

8

Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des ...

Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

TOME XXXVII.



BRUXELLES,

M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

Sm

1869

LISTE DES MEMBRES,

DES

CORRESPONDANTS ET DES ASSOCIÉS DE L'ACADÉMIE.

(1er janvier 1869.)

LE ROI, PROTECTEUR.

M. Adolphe BORGNET, président pour 1869.
» Ad. QUETELET, secrétaire perpétuel.

COMMISSION ADMINISTRATIVE.

Le directeur de la classe des Sciences, M. H. NYST.
» » des Lettres, M. Ad. BORGNET.
» » des Beaux-Arts, M. N. DE KEYSER.
Le Secrétaire perpétuel, M. Ad. QUETELET.
Le délégué de la classe des Sciences, M. J. S. STAS, trésorier.
» » des Lettres, M. M. N. J. LECLERCQ.
» » des Beaux-Arts, M. L. ALVIN.

CLASSE DES SCIENCES.

M. H. Nyst, directeur pour 1869.
» Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section des sciences mathématiques et physiques (15 membres).

M.	Quetelet, A. J. L.; à Bruxelles	Élu le	1er	février	1820.
»	Plateau, J. A. F.; à Gand	—	15	décemb.	1836.
»	Stas, J. S.; à Bruxelles	—	14	décemb.	1841.
»	De Koninck, L. G.; à Liége	—	15	décemb.	1842.
»	Nerenburger, G. A.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1849.
»	Melsens, H. L. F.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1850.
»	Liagre, J. B. J.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1853.
»	Duprez, F. J.; à Gand	—	16	décemb.	1854.
»	Houzeau, J. C.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1856.
»	Quetelet, Ernest; à Bruxelles	—	15	décemb.	1863.
»	Maus, M. H. J.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1864.
»	Gloesener, Michel; à Liége	—	15	décemb.	1864.
»	Donny, F. M. L.; à Gand	—	15	décemb.	1866.
»	Montigny, Charles; à Bruxelles	—	16	décemb.	1867.
»	Steichen, M; à Bruxelles	—	15	décemb.	1868.

Section des sciences naturelles (15 membres).

M.	D'Omalius d'Halloy, J. B. J.; à Halloy	Nommé le	3	juillet	1816.
»	Vander Maelen, P. M. G.; à Bruxelles	Élu le	10	janvier	1829.
»	Du Mortier, B. C.; à Tournai	—	2	mai	1829.
»	Wesmael, C.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1835.
»	Van Beneden, P. J.; à Louvain	—	15	décemb.	1842.
»	Le baron de Selys-Longchamps, Edm.; à Liége	—	16	décemb.	1846.
»	Le vicomte Du Bus, B. A. L.; à Bruxelles	—	16	décemb.	1846.
»	Nyst, Henri P.; à Bruxelles	—	17	décemb.	1847.

M.	Gluge, Théophile; à Bruxelles	Élu le	15	décemb.	1849.
»	Poelman, Charles; à Gand	—	16	décemb.	1857.
»	Dewalque, G.; à Liége	—	16	décemb.	1859.
»	Candèze, E.; à Liége	—	15	décemb.	1864.
»	Spring, Ant. F.; à Liége	—	15	décemb.	1864.
»	Coemans, Eugène; à Gand	—	15	décemb.	1864.
»	Chapuis, F.; à Verviers	—	15	décemb.	1865.

CORRESPONDANTS (10 au plus).

M.	Morren, Édouard; à Liége	Élu le	15	décemb.	1861.
»	Henry, L.; à Louvain	—	15	décemb.	1865.
»	Brialmont, Alexis; à Bruxelles	—	15	décemb.	1865.
»	Malaise, Constant; à Gembloux	—	15	décemb.	1865.
»	Bellynck, A.; à Namur	—	15	décemb.	1865.
»	Dupont, Édouard; à Bruxelles	—	15	décemb.	1866.
»	Mailly, Édouard; à Bruxelles	—	16	décemb.	1867.
»	Briart, Al.; à Chapelle-lez-Herlaimont	—	16	décemb.	1867.

50 ASSOCIÉS.

Section des sciences mathématiques et physiques (25 associés).

M.	Vène, A.; à Paris	Élu le	2	février	1824.
»	Babbage, Ch.; à Londres	—	7	octobre	1826.
»	Herschel, John F. W.; à Londres	—	7	octobre	1826.
»	Sabine, Ed.; à Londres	—	2	février	1828.
»	Chasles, M.; à Paris	—	4	février	1829.
»	Van Rees, R.; à Utrecht	—	6	mars	1830.
»	De la Rive, Aug.; à Genève	—	9	mai	1842.
»	Dumas, J. B.; à Paris	—	17	décemb.	1843.
»	Lamarle, Ern.; à Gand	—	17	décemb.	1847.
»	Wheatstone, Ch.; à Londres	—	15	décemb.	1849.
»	Le baron Von Liebig, Juste; à Munich	—	15	décemb.	1851.
»	Airy, G. B.; à Greenwich	—	15	décemb.	1853.
»	Maury, M.; à Washington	—	16	décemb.	1854.
»	Hansteen, Ch.; à Christiana	—	14	décemb.	1855.
»	Argelander, F. G. A.; à Bonn	—	15	décemb.	1856.
»	Lamont, Jean; à Munich	—	16	décemb.	1859.
»	Hansen, P. A.; à Gotha	—	15	décemb.	1864.

M.	KEKULÉ, E.; à Bonn	Élu le	15	décemb.	1864.
»	BUNSEN, R. G.; à Heidelberg	—	15	décemb.	1865.
»	CATALAN, Eugène; à Liége	—	15	décemb.	1865.
»	GILBERT, Philippe; à Louvain.	—	16	décemb.	1867.
»	JACOBI, H.; à Saint-Pétersbourg	—	16	décemb.	1867.
»	REGNAULT, V.; à Paris	—	15	décemb.	1868.
»	BAEYER, J. J.; à Berlin	—	15	décemb.	1868.
»	KIRCHHOFF, G.; à Heidelberg	—	15	décemb.	1868.

Section des sciences naturelles (25 associés).

M.	MOREAU DE JONNÈS, Alex.; à Paris	Élu le	21	mai	1825.
»	BERTOLONI, Ant.; à Bologne	—	6	octobre	1827.
»	GRANVILLE, A. B.; à Londres	—	6	octobre	1827.
»	BARRAT, John; à Grassinton-Moor	—	1er	mars	1828.
»	TAYLOR, John; à Londres	—	1er	mars	1828.
»	DE MACEDO; à Lisbonne.	—	15	décemb.	1836.
»	DECAISNE, Jos.; à Paris	—	15	décemb.	1836.
»	SCHWANN, Th.; à Liége	—	14	décemb.	1841.
»	LACORDAIRE, Th. J.; à Liége	—	15	décemb.	1842.
»	OWEN, Richard; à Londres.	—	17	décemb.	1847.
»	ÉLIE DE BEAUMONT, J. B.; à Paris.	—	17	décemb.	1847.
»	EDWARDS, Henri Milne; à Paris	—	15	décemb.	1850.
»	MURCHISON, sir Roderick; à Londres . . .	—	14	décemb.	1855.
»	SCHLEGEL, H.; à Leide	—	16	décemb.	1857.
»	AGASSIZ, Louis; à Boston	—	15	décemb.	1858.
»	HAIDINGER, Guillaume; à Vienne.	—	15	décemb.	1858.
»	VON BAER, Ch. E.; à Saint-Pétersbourg . .	—	16	décemb.	1859.
»	LYELL, Charles; à Londres.	—	16	décemb.	1859.
»	VALENTIN; à Berne	—	15	décemb.	1861.
»	GERVAIS, P.; à Paris	—	15	décemb.	1862.
»	DANA, James D.; à New-Haven	—	15	décemb.	1864.
»	BRONGNIART, Adolphe T.; à Paris.	—	15	décemb.	1864.
»	DAVIDSON, Thomas; à Brighton	—	15	décemb.	1865.
»	SAVI, Paul; à Pise	—	15	décemb.	1868.
»	N				

CLASSE DES LETTRES.

M. Adolphe Borgnet, directeur pour 1869.
» Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section des lettres et Section des sciences morales et politiques réunies.

M.	Steur, Ch.; à Gand	Élu le	5	décemb.	1829.
»	Le baron de Gerlache, E. C.; à Bruxelles.	—	12	octobre.	1833.
»	Grandgagnage, F. C. J.; à Liége	—	7	mars	1835.
»	De Smet, J. J.; à Gand	—	6	juin	1835.
»	Roulez, J. E. G.; à Gand	—	15	décemb.	1837.
»	Le baron Nothomb, J. B.; à Berlin	—	7	mai	1840.
»	Van de Weyer, Sylvain; à Londres	—	7	mai	1840.
»	Gachard, L. P.; à Bruxelles	—	9	mai	1842.
»	Quetelet, A. J. L.; à Bruxelles	Nommé le	1er	déc.	1845.
»	Van Praet, Jules; à Bruxelles	Élu le	10	janvier	1846.
»	Borgnet, A. C. J.; à Liége	—	10	janvier	1846.
»	Devaux, P. L. I.; à Bruxelles	—	10	janvier	1846.
»	De Decker, P. J. F.; à Bruxelles	—	10	janvier	1846.
»	Snellaert, F. A.; à Gand	—	11	janvier	1847.
»	Haus, J. J.; à Gand	—	11	janvier	1847.
»	Bormans, J. H.; à Liége	—	11	janvier	1847.
»	Leclercq, M. N. J.; à Bruxelles	—	17	mai	1847.
»	Polain, M. L.; à Liége	—	7	mai	1849.
»	Le baron de Witte, J. J. A. M.; à Anvers	—	6	mai	1851.
»	Faider, Ch.; à Bruxelles	—	7	mai	1855.
»	Le bon Kervyn de Lettenhove, J.M.B.C.; à Bruges	—	4	mai	1859.
»	Chalon, R.; à Bruxelles	—	4	mai	1859.
»	Mathieu, Adolphe C. G.; à Bruxelles	—	19	mai	1863.
»	Thonissen, J. J.; à Louvain	—	9	mai	1864.

M.	Juste, Théodore; à Bruxelles.	Élu le	5	mai	1866.
»	Defacqz, E.; à Bruxelles	—	5	mai	1866.
»	Guillaume, H. L. G.; à Bruxelles	—	7	mai	1867.
»	Nève, Félix; à Louvain.	—	11	mai	1868.
»	Wauters, Alphonse; à Bruxelles	—	11	mai	1868.
»	N				

CORRESPONDANTS (10 au plus).

M.	Serrure, C. P.; à Gand	Élu le	11	janvier	1847.
»	Blommaert, Philippe; à Gand.	—	9	mai	1868.
»	Conscience, Henri; à Bruxelles	—	7	mai	1867.
»	De Laveleye, Émile; à Liége	—	7	mai	1867.

50 ASSOCIÉS.

M.	De Moléon, J. G. V.; à Paris	Élu le	14	octobre.	1820.
»	Lenormand, L. Séb.; à Paris	—	14	octobre.	1820.
»	De la Fontaine; à Luxembourg	—	23	décemb.	1822.
»	Cooper, C. P.; à Londres	—	5	avril	1834.
»	Mone, F. J.; à Carlsruhe	—	7	mai	1840.
»	Groen van Prinsterer; à La Haye	—	15	décemb.	1840.
»	Phillips, G.; à Vienne	—	15	décemb.	1842.
»	Ellis, Henry; à Londres	—	9	février	1846.
»	Guizot, F. P. G.; à Paris	—	9	février	1846.
»	Mignet, F. A. A.; à Paris	—	9	février	1846.
»	De la Sagra, Ramon; à Madrid	—	9	février	1846.
»	Ranke, Léopold; à Berlin	—	9	février	1846.
»	Salva, Miguel; à Madrid	—	9	février	1846.
»	Le baron Dupin, Charles; à Paris	—	11	janvier	1847.
»	Leemans, C; à Leide	—	11	janvier	1847.
»	Pertz, G. H.; à Berlin	—	11	janvier	1847.
»	Le comte Manzoni, A.; à Milan	—	17	mai	1847.
»	Nolet de Brauwere van Steeland, J.; à Bruxelles.	—	7	mai	1849.
»	De Bonnechose, Em.; à Paris	—	7	mai	1849.
»	Le comte de Laborde, Léon; à Paris . . .	—	6	mai	1851.

M.	Le comte de Montalembert, C.; à Paris	Élu le	7	mai	1855.
»	Le chevalier de Rossi, J. B.; à Rome	—	7	mai	1855.
»	Rau, C. H.; à Heidelberg	—	7	mai	1855.
»	Paris, A. Paulin; à Paris	—	26	mai	1856.
»	De Longpérier, Adrien; à Paris	—	26	mai	1856.
»	Von Reumont, Alfred; à Rome	—	26	mai	1856.
»	Bogaers, A.; à Rotterdam	—	4	mai	1859.
»	Le baron de Czoernig, Ch.; à Vienne	—	4	mai	1859.
»	Minervini; à Naples	—	4	mai	1859.
»	Lafuente, Modeste, à Madrid	—	4	mai	1859.
»	Grote, Georges; à Londres	—	9	mai	1860.
»	Theiner, Augustin; à Rome	—	9	mai	1860.
»	De Köhne, Bernard; à Saint-Pétersbourg	—	13	mai	1861.
»	Cantù, César; à Milan	—	13	mai	1861.
»	Löher, François; à Munich	—	13	mai	1862.
»	De Vries, Mathieu; à Leide	—	19	mai	1863.
»	Le chevalier d'Arneth, à Vienne	—	9	mai	1864.
»	Disraeli, Benjamin; à Londres	—	9	mai	1864.
»	Wolowski, Louis; à Paris	—	10	mai	1865.
»	Renier, Léon; à Paris	—	10	mai	1865.
»	Thiers, Adolphe; à Paris	—	10	mai	1865.
»	Le comte Arrivabene, Jean; à Florence	—	5	mai	1866.
»	Mommsen, Théodore; à Berlin	—	5	mai	1866.
»	Von Döllinger, J. J. J.; à Munich	—	5	mai	1866.
»	Farr, William; à Londres	—	7	mai	1867.
»	Stephani, Ludolphe; à Saint-Pétersbourg	—	7	mai	1867.
»	Thierry, Amédée; à Paris	—	7	mai	1867.
»	Laboulaye, Édouard; à Paris	—	7	mai	1867.
»	Scheler, Aug.; à Bruxelles	—	11	mai	1868.
»	N				

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

M. N. De Keyser, directeur pour 1869.
» Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section de Peinture :

M.	De Keyser, N.; à Anvers	Nommé le	1er	décemb.	1845.
»	Gallait, Louis; à Bruxelles	—	1er	décemb.	1845.
»	Le baron Leys, H.; à Anvers.	—	1er	décemb.	1845.
»	Madou, Jean; à Bruxelles	—	1er	décemb.	1845.
»	Navez, F. J.; à Bruxelles	—	1er	décemb.	1845.
»	Verboeckhoven, Eugène; à Bruxelles . .	—	1er	décemb.	1845.
»	Le baron Wappers, G.; à Anvers . . .	—	1er	décemb.	1845.
»	De Braekeleer, F.; à Anvers.	Élu le	8	janvier	1847.
»	Portaels, Jean; à Bruxelles	—	4	janvier	1855.

Section de Sculpture :

M.	Geefs, Guillaume; à Bruxelles	Nommé le	1er	décemb.	1845.
»	Simonis, Eugène; à Bruxelles.	—	1er	décemb.	1845.
»	Geefs, Joseph; à Anvers	Élu le	9	janvier	1846.
»	Fraikin, Charles-Auguste; à Bruxelles .	—	8	janvier	1847.

Section de Gravure :

M.	Franck, Joseph; à Bruxelles.	Élu le	7	janvier	1864.
»	Leclercq, Julien; à Lokeren	—	12	janvier	1866.

Section d'Architecture :

M.	Partoes, H. L. F.; à Bruxelles	Élu le	8	janvier	1847.

M. Balat, Alphonse; à Bruxelles . . . . Élu le 9 janvier 1862.
» Payen, Auguste; à Bruxelles . . . . . — 9 janvier 1862.
» De Man, Gustave; à Bruxelles . . . . — 12 janvier 1865.

Section de Musique :

M. De Bériot; Ch.; à Bruxelles . . . . . Nommé le 1er décemb. 1845.
» Fétis, Fr. Jos.; à Bruxelles . . . . . — 1er décemb. 1845.
» Hanssens, Ch. L.; à Bruxelles . . . . — 1er décemb. 1845.
» Vieuxtemps, H.; à Bruxelles . . . . . — 1er décemb. 1845.
» Le chevalier de Burbure, Léon; à Anvers. Élu le 9 janvier 1862.

Section des Sciences et des Lettres dans leurs rapports avec les Beaux-Arts :

M. Alvin, Louis J.; à Bruxelles . . . . . Nommé le 1er décemb. 1845.
» Quetelet, A. J. L.; à Bruxelles . . . . — 1er décemb. 1845.
» Van Hasselt, André; à Bruxelles . . . — 1er décemb. 1845.
» Fétis, Ed.; à Bruxelles. . . . . Élu le 8 janvier 1847.
» De Busscher, Edm.; à Bruxelles. . . . — 5 janvier 1854.
» Siret, Adolphe; à St-Nicolas . . . . . — 12 janvier 1866.

CORRESPONDANTS (10 au plus).

Pour la Peinture :

M. De Biefve, Édouard; à Bruxelles . . . Élu le 9 janvier 1846.
» Dyckmans, J. L.; à Anvers. . . . . . . — 8 janvier 1847.

Pour la Sculpture :

M. Jehotte, Louis; à Bruxelles . . . . . Élu le 9 janvier 1846.

Pour la Musique :

M. Bosselet, C. F.; à Bruxelles . . . . . Élu le 22 septemb. 1852.

Pour les Sciences et les Lettres dans leurs rapports avec les Beaux-Arts.

M. Stappaerts, Félix; à Bruxelles . . . . Élu le 9 janvier 1868.

50 ASSOCIÉS.

Pour la Peinture :

M.	Landseer, E.; à Londres	Élu le	6	février	1846.
»	Kaulbach, W.; à Munich	—	6	février	1846.
»	Becker, J.; à Francfort	—	8	janvier	1847.
»	Haghe, L.; à Londres	—	8	janvier	1847.
»	Schnetz, J. V.; à Paris.	—	22	septemb.	1852.
»	Robert-Fleury; à Paris.	—	7	janvier	1864.
»	Gérome, J.; à Paris	—	12	janvier	1865.
»	Madrazo, Fréd.; à Madrid.	—	12	janvier	1865.
»	Cogniet, Léon; à Paris	—	9	janvier	1868.
»	Bendemann, Édouard; à Dusseldorff . . .	—	9	janvier	1868.
»	N				

Pour la Sculpture :

M.	Tenerani, Pierre; à Rome.	Élu le	8	janvier	1847.
»	Dumont, A. A.; à Paris.	—	22	septemb.	1852.
»	Le comte de Nieuwerkerke, Alf.; à Paris. .	—	22	septemb.	1852.
»	Foley, T. H. R. A.; à Londres	—	8	janvier	1863.
»	Cavelier, P. J.; à Paris	—	7	janvier	1864.
»	Jouffroy, François; à Paris	—	12	janvier	1866.
»	Drake, Frédéric; à Berlin.	—	12	janvier	1866.
»	N				

Pour la Gravure :

M.	Forster, François ; à Paris	Élu le	6	février	1846.
»	Henriquel Dupont, L. P.; à Paris	—	8	janvier	1847.
»	Calamatta, L. A. J.; à Milan	—	8	janvier	1847.
»	Bovy, Ant.; à Milan.	—	8	janvier	1847.
»	Mercuri, Paul; à Rome	—	8	janvier	1857.
»	Oudiné, E. A.; à Paris	—	8	janvier	1857.
»	Martinet, Achille; à Paris.	—	7	janvier	1858.
»	Mandel, Éd.; à Berlin	—	12	janvier	1865.

Pour l'Architecture :

M.	Donaldson, Thom.; à Londres	Élu le	6	février	1846.
»	Forster, Louis; à Vienne	—	5	janvier	1854.
»	Viollet-le-duc, E. E.; à Paris	—	8	janvier	1863.
»	Leins; à Stuttgart	—	7	janvier	1864.
»	Daly, César; à Paris	—	12	janvier	1865.
»	Labrouste, Théodore F. M.; à Paris	—	9	janvier	1868.
»	N.				

Pour la Musique :

M.	Auber, D. F. E.; à Paris	Élu le	6	février	1846.
»	Daussoigné-Méhul, J.; à Liége	—	6	février	1846.
»	Lachner, Fr.; à Munich	—	8	janvier	1847.
»	Mercadante, S.; à Naples	—	22	septemb.	1852.
»	Thomas, Ambroise; à Paris	—	8	janvier	1863.
»	David, Félicien; à Paris	—	8	janvier	1863.
»	Verdi, Giuseppe; à Busetto	—	12	janvier	1865.
»	N.				

Pour les Sciences et les Lettres dans leurs rapports avec les Beaux-Arts :

M.	Bock, C. P.; à Fribourg en Brisgau	Élu le	6	février	1846.
»	De Coussemaker, Ed.; à Lille	—	8	janvier	1847.
»	Le comte de Caumont, A.; à Caen	—	22	septemb.	1848.
»	Ravaisson, F.; à Paris	—	10	janvier	1856.
»	Schnaase, Ch.; à Berlin	—	12	janvier	1866.
»	Gailhabaud, Jules; à Paris	—	9	janvier	1868.
»	N.				
»	N.				

NÉCROLOGIE.

CLASSE DES SCIENCES.

Schaar, M.; membre, décédé le 26 avril 1867.
Brasseur, J. B.; membre, décédé le 13 mai 1868.
Faraday, M.; associé, décédé le 25 août 1867.
South, James; associé, décédé le 19 octobre 1867.
Flourens, M. J. P.; associé, décédé le 6 décembre 1867.
Brewster, David; associé, décédé le 10 mars 1868.
Matteucci, Ch.; associé, décédé le 25 juin 1868.
De Martius, Ch. F. P.; associé, décédé le 13 décembre 1868.

CLASSE DES LETTRES.

De Saint-Genois, le baron J.; membre, décédé le 10 septembre 1867.
Baguet, F. N. J. G.; membre, décédé le 1er décembre 1867.
Ducpetiaux, Éd.; membre, décédé le 21 juillet 1868.
Mittermaier; associé, décédé le 30 août 1867.
Le duc de Caraman, V. A. C.; associé, décédé le 4 avril 1868.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Jouvenel, Ad.; correspondant, décédé le 9 septembre 1867.
Verswyvel, Michel C. A.; correspondant, décédé le 29 mai 1868.
Gerhard, Éd.; associé, décédé le 12 mars 1867.
Quaranta, Bernard; associé, décédé le 21 septembre 1867.
Picot, Fr. Éd.; associé, décédé le   mars 1868.
Royer, L.; associé, décédé le 5 juin 1868.
Waagen, Gustave; associé, décédé le 15 juillet 1868.
Rossini, G.; associé, décédé le 13 novembre 1868.

13

TABLE

DES MÉMOIRES CONTENUS DANS LE TOME XXXVII.

CLASSE DES SCIENCES.

CLASSE DES LETTRES.

14.

RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR;

PAR

J. PLATEAU.

HUITIÈME SÉRIE [1].

RECHERCHE DES CAUSES D'OÙ DÉPENDENT LE FACILE DÉVELOPPEMENT ET LA PERSISTANCE DES LAMES LIQUIDES; TENSION DES SURFACES LIQUIDES; PRINCIPE NOUVEAU CONCERNANT CES SURFACES.

(Présenté le 4 juillet 1868.)

[1] Voir, pour les sept séries précédentes, les tomes XVI, XXIII, XXX, XXXI, XXXIII et XXXVI des *Mémoires de l'Acad.*



RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR.

RECHERCHE DES CAUSES D'OÙ DÉPENDENT LE FACILE DÉVELOPPEMENT ET LA PERSISTANCE DES LAMES LIQUIDES; TENSION DES SURFACES LIQUIDES; PRINCIPE NOUVEAU CONCERNANT CES SURFACES.

§ 1. En discutant, dans la série précédente, les divers procédés de réalisation des lames liquides, j'ai cherché à faire bien comprendre que toujours la cohésion et la viscosité président à cette réalisation, en ce que la première s'oppose au déchirement du liquide, tandis que la seconde rend difficiles les mouvements relatifs des molécules quand le liquide est amené à un certain degré d'atténuation, et ralentit ainsi l'atténuation ultérieure; j'ai conclu de là que la propriété de s'étendre en lames minces devait appartenir à tous les liquides, et j'ai tâché de montrer qu'il en est réellement ainsi.

Mais si tous les liquides peuvent se développer en lames minces, ils présentent néanmoins, quant à la facilité de ce développement et quant à la persistance des lames engendrées, des différences considérables : on gonfle aisément, par exemple, de grosses bulles à l'orifice d'une pipe avec de l'eau

de savon, et personne ne s'aviserait d'essayer avec de l'eau pure; les lames transversales dans un flacon persistent un temps énorme si le liquide employé est du liquide glycérique, et elles éclatent presque immédiatement si c'est de l'eau (7me série, § 25).

On attribue généralement à la viscosité l'extension aisée de l'eau de savon et de quelques autres liquides en lames minces de grande étendue; je ferai voir que la viscosité, du moins telle qu'on l'entend, ne joue qu'un rôle minime dans cette facilité d'extension, et je tâcherai d'arriver à la véritable cause du phénomène; cette étude nous conduira d'ailleurs à des faits nouveaux, qui me paraissent fort remarquables.

§ 2. — M. Gladstone est, je pense, le seul qui se soit occupé un peu sérieusement de la question; avant lui, on y avait simplement touché, comme nous le verrons. Ce savant a publié, en 1857, une note sur la mousse qui se forme, par l'agitation ou autrement, à la surface de certains liquides[1]. J'ai déjà fait allusion à cette note dans le § 41 de la série précédente, et je vais en traduire ici les passages qui se rapportent à notre sujet :

« Tous les liquides, » dit M. Gladstone, « lorsqu'on les secoue avec de l'air, forment des bulles; mais, sur les uns, ces bulles éclatent et s'évanouissent dès que l'agitation cesse, tandis que, sur d'autres, se montre une mousse plus ou moins permanente. Cette différence entre les liquides paraît tenir à un caractère spécifique, et l'on ne peut, jusqu'ici, la faire dépendre d'aucune autre qualité.

» En règle générale, les solutions aqueuses de corps organiques sont les plus propres à donner de la mousse.....

» Les solutions des acétates sont particulièrement disposées à la production d'une mousse persistante; elles possèdent cette propriété à un tel degré, que j'ai pu quelquefois, parmi différents mélanges de solutions salines, reconnaître par ce moyen ceux qui contenaient un acétate. L'acétate de fer est au premier rang; mais les acétates de cuivre, de plomb et d'autres métaux présentent la même propriété d'une manière très-prononcée. Cependant l'acide acétique lui-même ne montre aucune disposition à la formation de la

[1] *Note on froth* (Philos. Magaz., 4me série, vol. XIV, p. 314).

mousse. Les bulles développées par l'agitation de l'alcool ou de l'éther disparaissent instantanément..... Le citrate de fer est analogue à l'acétate.

» Cette faculté de mousser est complétement indépendante de la densité : une solution dense d'acide sulfindigotique mousse par l'agitation, mais une solution de chloride d'ammonium d'une grande densité ne produit aucune mousse durable, tandis que, d'un autre côté, une faible solution de savon, qui diffère peu de l'eau distillée, donne lieu, comme chacun le sait, à une mousse très-persistante. »

Dans cette note, on le voit, il s'agit surtout de la mousse; mais, nous le savons, celle-ci n'est qu'un assemblage de lames, et il paraît naturel d'admettre qu'un liquide qui se recouvre, par l'agitation, d'une mousse abondante et persistante, doit se laisser gonfler aisément en bulles à l'orifice d'une pipe ou d'un tube; c'est ce dont l'eau de savon nous offre un exemple familier. J'ai cependant rencontré, à cet égard, de curieuses exceptions; je les ferai connaître plus loin.

M. Gladstone signalant l'acétate de fer comme remarquable au point de vue de la mousse, je me suis procuré une solution concentrée et aussi neutre que possible d'acétate de peroxyde de fer; elle moussait très-bien, et l'on a pu effectivement en gonfler sans peine, à l'orifice d'une pipe, des bulles de cinq et même quelquefois de six centimètres de diamètre. Je dirai ici, une fois pour toutes, que le diamètre de l'orifice des pipes qui servent à mes expériences est de deux centimètres environ.

M. Gladstone attribue principalement aux solutions aqueuses de composés organiques la faculté de donner de la mousse; je ferai observer toutefois qu'avec le verre fondu on gonfle fort bien des bulles, et qu'ainsi, très-probablement, si l'on pouvait agiter du verre fondu avec de l'air, il produirait une mousse volumineuse.

Ce qu'il nous importe surtout de remarquer, c'est que M. Gladstone déclare ne pouvoir faire dépendre la faculté de mousser d'aucune propriété connue des liquides, et qu'il regarde conséquemment les différences de viscosité, de cohésion, de volatilité et de densité comme insuffisantes pour rendre raison de la diversité que présentent les liquides à cet égard.

§ 3. — Reprenons la question où il l'a laissée, et commençons par étudier

un élément dont l'influence sur le facile développement et sur la persistance des lames doit paraître évidente; je veux parler de la tension. Afin de mettre dans tout son jour cette curieuse propriété des surfaces liquides, je vais en tracer l'historique.

L'idée d'une tension dans la couche superficielle des liquides a été émise pour la première fois, en 1751, par Segner, qui l'emploie surtout à la détermination de la figure des gouttes. Dans un mémoire [1] fort remarquable pour l'époque où il a été écrit, Segner considérant une goutte liquide posée sur une surface solide qu'elle ne mouïlle pas, discute les actions mutuelles des molécules qui la composent, et arrive à des résultats dont la vérité est aujourd'hui démontrée : il trouve que les actions d'où dépend la figure de la goutte résident dans une couche superficielle dont l'épaisseur est égale au rayon de l'attraction moléculaire, et que ces mêmes actions produisent des pressions normales dont l'intensité est d'autant plus grande qu'elles émanent de portions plus courbes de la surface; enfin il conclut à l'existence, dans la couche dont il s'agit, d'une tension ayant partout la même intensité, tension qu'il fait dériver des attractions des molécules suivant le sens tangentiel, et de la courbure. Mais cette discussion, toute de raisonnement, est longue, embarrassée, peu intelligible, selon moi, en plusieurs points, et je doute qu'elle ait pu convaincre personne de la réalité de la tension; elle renferme, en outre, des erreurs qui tiennent à l'insuffisance des notions qu'on possédait alors; aussi Young dit-il à ce sujet : « Segner..... a montré de quelle manière le principe peut être déduit de la doctrine de l'attraction; mais sa démonstration est compliquée et n'est pas parfaitement satisfaisante. »

Quoi qu'il en soit, Segner, appliquant ensuite à ses déductions une méthode ingénieuse de calcul et d'expérience, parvient à cet autre résultat, que, dans des gouttes formées du même liquide, mais ayant des figures et des dimensions différentes, la tension a la même valeur, ce qui revient à dire qu'elle est indépendante des courbures; ce principe est également reconnu vrai aujourd'hui.

Enfin, Segner va jusqu'à chercher le rapport entre la tension du mercure

[1] *De figuris superficierum fluidarum* (COMMENTAR. GÖTTING., vol. 1, 1751).

et celle de l'eau, et il le trouve égal à 3,5 environ; mais comme il manque de la notion de la courbure moyenne, et ne tient compte, dans ses calculs, que de la courbure méridienne, ses résultats numériques sont nécessairement inexacts, et le rapport ci-dessus est notablement trop petit [1].

§ 3*bis*. — En 1756, Leidenfrost [2] a signalé la force contractile des bulles de savon; il se fonde sur le fait qu'il a, je pense, décrit le premier, que si on laisse ouvert le tube d'insufflation, la bulle revient graduellement sur elle-même jusqu'à s'annuler, en expulsant par le tube l'air qu'elle contient.

Mais Leidenfrost ne rapporte pas cette force contractile à une propriété générale des surfaces liquides; il l'attribue à la partie graisseuse du savon, laquelle, selon lui, se sépare des autres éléments de la solution, et constitue une pellicule mince sur la face extérieure de la bulle; d'ailleurs, selon lui encore, la partie aqueuse de la lame possède une force de nature opposée, savoir une force explosive; c'est cette dernière qui fait éclater la bulle.

§ 4. — Young, dans un travail célèbre [3], publié en 1805, part du principe de la tension pour expliquer un grand nombre de phénomènes capillaires. Il ne tombe pas dans la même erreur que Segner, c'est-à-dire qu'il considère à la fois les effets des deux courbures rectangulaires : la tension détermine, en chaque point de la surface liquide, une pression ou une traction normale proportionnelle à la somme de ces deux courbures, et c'est de

[1] En examinant ce mémoire, j'y ai trouvé, à ma grande surprise, un passage dont voici la traduction :

« Si un liquide tombe librement dans un milieu non résistant, l'action due au poids des portions supérieures sur celles qui les précèdent est complétement nulle. Et si deux liquides sont donnés non susceptibles de se mêler et de densités parfaitement égales, et que l'on verse une petite quantité de l'un d'eux dans un vase contenant une quantité plus grande de l'autre, le poids du premier sera soutenu par la pression du second de telle manière qu'il ne pourra exercer aucune action pour conserver ou pour changer la figure du liquide. La goutte qui tombe, ou la goutte immergée comme nous venons de le dire, prendra donc identiquement la même figure qu'une goutte qui serait sans pesanteur. »

Ainsi l'idée première du procédé au moyen duquel on soustrait une masse liquide pleine à l'action de la pesanteur, idée que je croyais mienne, avait été nettement avancée dès 1751; seulement Segner se borne à l'énoncer, il n'en essaie pas l'application, et n'en tire aucun parti.

[2] *De aquae communis nonnullis qualitatibus tractatus*. Duisburg.

[3] *An essay on the cohesion of fluids* (PHILOS. TRANSACT., 1805).

là que naissent les phénomènes : dans un tube capillaire, par exemple, lorsque le liquide est soulevé et présente ainsi une surface concave, les tractions normales dues à la tension soutiennent le poids de la colonne, et lorsque le liquide est déprimé, sa surface étant alors convexe, les pressions normales produites par la tension font équilibre à la pression hydrostatique du liquide environnant, qui tend à faire monter la colonne.

Quant à la légitimité du principe de la tension, Young s'appuie simplement sur ce que les phénomènes capillaires, pouvant être rapportés aux attractions mutuelles des seules particules superficielles, les surfaces liquides « doivent être composées de courbes de la nature de la chaînette, lesquelles sont supposées être le résultat d'une tension uniforme dans une surface qui résiste à la pression d'un fluide. » Enfin il essaie de faire voir qu'on peut trouver une cause de pressions et tractions normales dans le seul jeu des attractions et répulsions des molécules, et il laisse ainsi dans le doute si la tension existe en réalité, ou si, par l'effet de ces actions normales, les choses se passent comme sous l'influence d'une tension.

§ 5. — Le docteur Hough [1], dont j'ai déjà mentionné (5me série, § 25) les recherches, publiées en 1830, paraît être arrivé, de son côté, sans connaître les travaux de Segner et de Young, à l'idée d'une force contractile ou tension existant à la surface des liquides et faisant constamment effort pour amoindrir cette surface; il semble y avoir été conduit simplement par la considération de la forme sphérique des gouttes liquides et des bulles de savon. Il donne comme exemple des effets de cette tension l'élasticité des globules de mercure, lesquels, lorsqu'on augmente leur surface en les comprimant et qu'on les abandonne ensuite à eux-mêmes, reprennent la forme sphérique.

Pour expliquer la tension, Hough fait remarquer que les molécules de la surface ne sont pas en présence de molécules extérieures de même espèce qui puissent contrebalancer leurs attractions mutuelles, tandis qu'à l'intérieur du liquide chaque molécule étant complétement entourée de molécules simi-

[1] *Inquiries into the principles of liquid attraction* (Journ. de Silliman, 1re série, vol. XVII, p. 86).

laires, les attractions sont neutralisées dans tous les sens. Il ajoute qu'on peut, jusqu'à un certain point, estimer les tensions relatives des différents liquides, en comparant les grandeurs des plus grosses gouttes de ces liquides qui conservent sensiblement la forme sphérique quand elles reposent sur des substances qui ont pour elles la moindre attraction, ou quand elles sont suspendues à des corps qui ont pour elles la plus forte attraction.

Il fait dépendre aussi de la force contractile l'élévation et la dépression des liquides dans les espaces capillaires, ainsi que les attractions et répulsions apparentes des corps légers flottants; mais, ignorant les recherches antérieures, il essaie d'établir une théorie de ces phénomènes, théorie erronée, dans laquelle intervient la pression atmosphérique. Enfin il admet, comme conséquence de la tension, une pression exercée soit sur l'air qui constitue une bulle dans l'intérieur d'un liquide, soit sur celui que renferme une sphère ou une calotte laminaire; mais, ainsi que je l'ai dit dans ma 5me série, il parvient, à l'égard de la relation entre cette pression et le diamètre, à une loi tout à fait inexacte.

§ 6. — M. Henry, dans sa communication verbale, faite en 1844, à la Société américaine *Sur la cohésion des liquides* [1], communication dont j'ai déjà parlé au § 25 de ma 5me série, part, au contraire, du principe de Young, et, considérant une bulle de savon, rappelle qu'en conséquence du principe dont il s'agit, la tension détermine une pression dirigée vers le centre, et dont l'intensité est en raison inverse du rayon. Il ajoute : « On manifeste aisément la force contractile de la surface de la bulle en soufflant une grosse bulle à l'extrémité d'un large tube (soit d'un pouce de diamètre); dès qu'on éloigne la bouche, on voit la bulle diminuer rapidement, et en même temps un courant d'air intense est chassé par le tube contre le visage. Cet effet n'est pas dû à l'ascension de l'air chaud des poumons qui a servi à gonfler la bulle, car il se produit de même quand on emploie de l'air froid, et aussi quand on tient la bulle verticalement au-dessus du visage, de sorte que le courant soit descendant. »

[1] *Philos. Magaz.*, 1845, vol. XXVI, p. 541.

Il est, en effet, impossible de concevoir ce retrait de la lame et cette expulsion de l'air intérieur, sans admettre que la lame soit tendue; le fait sur lequel s'appuie M. Henry peut donc être regardé comme une preuve expérimentale de la réalité de la tension, au moins dans les lames.

Seulement, ainsi que je l'ai dit au paragraphe cité de la 5me série, M. Henry commet une petite erreur en considérant simplement la bulle comme une sphère pleine dont on aurait remplacé le liquide intérieur par de l'air, et en ne tenant compte, de la sorte, que de la tension de la surface extérieure.

Conduit par ses expériences à la conclusion que la cohésion est moindre dans l'eau de savon que dans l'eau pure, il s'exprime ainsi : « Le manque de persistance dans une bulle d'eau pure n'est conséquemment pas dû à la faiblesse de l'attraction, mais à la mobilité parfaite des molécules, d'où il résulte, comme dans une voûte où le frottement n'existerait pas, que l'équilibre est détruit par la plus petite force étrangère. » On verra, dans la suite de ce Mémoire, que M. Henry se trompe ici complétement.

§ 7. — Dans un mémoire qui a paru en 1845, et auquel j'ai déjà fait plusieurs fois allusion [1], M. Hagen applique, comme Young, d'une manière rigoureuse, aux phénomènes capillaires le principe de la tension. Il ne considère également cette force que comme hypothétique, mais il fait faire à la question plusieurs pas importants :

Prenant pour point de départ la seule condition qu'il doit y avoir équilibre entre les actions hydrostatiques et la tension, il démontre mathématiquement l'uniformité de cette dernière force dans deux cas simples, savoir celui d'un liquide soulevé ou abaissé entre deux plans solides, et celui d'un liquide soulevé ou abaissé dans un tube cylindrique.

Son analyse nous apprend, en outre, quelle est la signification précise du coefficient constant qui, dans l'expression générale de la pression capillaire, multiplie la somme $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}$ des deux courbures principales; elle permet, en effet, de conclure que ce coefficient n'est autre chose que la tension par unité

[1] *Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten.* (Mém. de l'Acad. de Berlin, 1845, et Ann. de M. Poggendorff, 1846, vol. LXVII, pp. 1 et 152).

de longueur. A la vérité, M. Hagen n'applique le calcul qu'aux deux cas ci-dessus, mais cela suffit pour faire admettre déjà que cette interprétation du coefficient constant s'étend à tous les autres cas.

Et de là résulte encore évidemment la conséquence que la tension est indépendante des courbures, comme tendaient à l'établir les recherches ingénieuses, mais incomplètes de Segner.

M. Hagen va plus loin : il cherche, par trois procédés différents, la valeur de la tension à la surface de l'eau. En premier lieu, il effectue une série de mesures de l'élévation du liquide entre deux plans verticaux parallèles, dont il fait varier la distance dans des limites étendues. Par des moyens qu'il indique, il détermine chaque fois, dans une section verticale perpendulaire aux deux plans, l'écartement de ceux-ci, la hauteur du point le plus bas de la surface liquide comprise entre eux, et celle des points où cette surface vient les toucher; puis, appliquant à ces trois éléments une méthode rigoureuse de calcul, il en tire une valeur de la tension.

En second lieu, il mesure également l'élévation de l'eau dans des tubes cylindriques dont le diamètre intérieur varie de $1^{mm},23$ à $3^{mm},42$, et, par un calcul également précis, il en déduit encore la tension. Ce second procédé lui fournit des résultats plus concordants que le premier, et il en tire, en moyenne, pour la température de 10°, une valeur qui, traduite en milligrammes pour un millimètre de longueur, est égale à 7,53; c'est-à-dire que si, dans la couche superficielle de l'eau, on conçoit une section d'un millimètre de longueur, la couche exerce, de part et d'autre de cette section, une traction équivalente au poids de 7,53 milligrammes.

Il constate, en même temps, qu'une variation de quelques degrés dans la température est sans influence sensible sur la tension.

Le troisième procédé est fondé sur l'écoulement du liquide goutte à goutte : la tension est égale au poids d'une goutte divisé par le périmètre extérieur de l'orifice. Le poids d'une goutte s'obtient en recevant un nombre déterminé de ces gouttes dans un petit vase, et pesant le liquide recueilli. M. Hagen fait remarquer que ce procédé est moins exact que les précédents, parce que chaque goutte, en se détachant, laisse à l'orifice une petite portion de son volume.

Les mesures ci-dessus conduisent le physicien allemand à cette conclusion singulière, que la tension de l'eau va en décroissant jusqu'à une certaine limite, quand le liquide demeure exposé à l'air : la valeur 7,53 correspond à une surface fraîche.

Enfin M. Hagen avance que la couche superficielle des liquides a moins de mobilité que l'intérieur; il s'appuie sur ce que, dans un cours d'eau, la vitesse est plus faible à la surface qu'un peu au-dessous, et sur la production des calottes laminaires par l'ascension de bulles gazeuses; selon lui, et contrairement aux idées de Poisson, la couche superficielle est plus dense que le reste, et il attribue la tension à ce que les molécules étant ainsi plus rapprochées, elles s'attirent avec plus d'énergie. Nous reviendrons sur ces idées.

L'année d'après, le même savant a donné à ce mémoire une suite [1] où il reprend la mesure des tensions. Il détermine d'abord, par le procédé de l'élévation entre deux plans parallèles, la tension de l'eau qui a séjourné pendant plusieurs heures dans un vase ouvert, et la valeur qu'il trouve, rapportée au millimètre [2], n'est plus que de 4,69, au lieu de 7,53 qui correspond à une surface fraiche; ainsi se confirme le fait de la diminution progressive de la tension de l'eau.

M. Hagen soumet au même procédé l'alcool absolu et l'huile d'olive; les tensions obtenues ont été respectivement, par millimètre de longueur, 2,32 et 3,42. Il n'a pas remarqué, à l'égard de ces deux liquides, de décroissement dans la tension.

Il décrit ensuite un nouveau procédé : un anneau plat horizontal en bois est suspendu à une balance sensible, et équilibré; on établit le contact entre sa face inférieure et la surface du liquide, puis, au moyen de poids ajoutés très-graduellement de l'autre côté de la balance, on fait monter peu à peu l'anneau, qui soulève de la sorte une certaine quantité de liquide, et l'on s'arrête lorsque la surface de celle-ci aboutit verticalement aux bords extérieur et intérieur de l'anneau. La force avec laquelle le liquide tire alors l'anneau

[1] *Mém. de l'Acad. de Berlin*, 1846, et *Ann. de M. Poggendorff*, 1849, vol. LXXVII, p. 449.

[2] Dans ce second mémoire, M. Hagen exprime les tensions en fractions de gramme; mais, je ne sais pourquoi, il prend pour unité de longueur la ligne de Paris; j'ai donc ramené toutes les valeurs au millimètre, en les divisant par 2,256, valeur de la ligne de Paris en millimètres.

de haut en bas, se compose de deux parties, savoir : 1° le poids de la portion du liquide soulevé située directement sous l'anneau, c'est-à-dire celui d'un cylindre annulaire de ce liquide ayant pour base la face inférieure de l'anneau et pour hauteur la distance de celle-ci au niveau; 2° la tension des surfaces courbes qui aboutissent aux deux bords de l'anneau. En soustrayant du poids ajouté de l'autre côté de la balance la première de ces deux quantités, le reste représente donc la tension totale, et, pour avoir la tension par unité de longueur, il suffit de diviser ce reste par la somme des longueurs des deux bords.

Ce procédé, employé à l'égard de l'alcool absolu et de l'huile d'olive, a fourni les valeurs respectives 2,34 et 3,41, qui sont, on le voit, à fort peu près identiques aux précédentes. M. Hagen ajoute alors : « La concordance de ces résultats avec ceux déduits de l'élévation entre des plans parallèles, ou du phénomène capillaire proprement dit, ne laisse rien à désirer, et ainsi se vérifie l'hypothèse que la tension superficielle, qu'on a mesurée directement dans le dernier cas, est la seule cause du phénomène capillaire. »

Ici donc M. Hagen cesse de considérer la tension comme une simple hypothèse, et croit voir dans les résultats ci-dessus une preuve de sa réalité. Cette conclusion me semble un peu hasardée, car en introduisant la tension dans ces dernières expériences, on lui fait évidemment jouer le même rôle qu'entre des plans parallèles, et l'on doit, par conséquent, lui trouver la même valeur.

M. Hagen essaie aussi la détermination de la tension du mercure; le procédé de la dépression dans les tubes cylindriques lui donne, par millimètre de longueur, 36, 26, et celui des gouttes 41, 14. Comme, dans ce dernier procédé, la surface est nécessairement plus fraîche, M. Hagen infère de la différence des deux résultats que, sur le mercure de même que sur l'eau, la tension décroît graduellement.

Des solutions aqueuses d'empois et de gomme arabique à différents degrés de viscosité lui fournissent des tensions très-rapprochées de celle de l'eau.

Présumant, en conséquence de ses idées sur l'origine de la tension, que l'eau de savon devait à une tension plus forte que celle de l'eau pure la propriété de donner une mousse persistante et de se laisser aisément gonfler en bulles, il mesure la tension d'une faible solution de savon, et ne la trouve

que de 3,72. Il s'était donc déjà enquis, avant M. Gladstone, de la cause du facile développement en mousse et en bulles, et il avait cru la voir dans l'énergie de la tension; mais, comme il l'avoue lui-même, il s'était trompé.

Disons ici que toutes les mesures rapportées dans ce second mémoire ont été prises à la température de 18° à 19°.

M. Hagen termine en déduisant de l'ensemble de son travail les deux conséquences suivantes, qu'il présente, du reste, avec réserve, vu le petit nombre des liquides soumis à l'observation :

1° Le degré de fluidité n'a pas d'influence sur la tension;

2° La tension est d'autant plus faible que le liquide mouille mieux les autres corps. En effet, l'alcool mouille mieux que l'huile, car de l'alcool déposé sur une plaque enduite d'huile déplace la couche de ce dernier liquide; l'huile mouille évidemment mieux que l'eau, et celle-ci mieux que le mercure; or la tension va en croissant du premier au dernier de ces liquides.

Le § 30 de ma 7me série contient le résumé d'une portion d'un troisième mémoire [1] où le même savant encore cherche dans la tension la cause qui limite le diamètre des disques liquides de Savart. Ainsi qu'on l'a vu dans le paragraphe que je viens de citer, cette conception traduite en formule reproduit les deux lois constatées par l'illustre physicien français, et, de plus, M. Hagen en tire une valeur de la tension de l'eau qui s'accorde assez bien avec celle obtenue dans le premier mémoire pour une surface fraîche; on remarquera d'ailleurs que, dans l'expérience des disques liquides, la surface est nécessairement fraîche, puisqu'elle est toujours renouvelée. La valeur dont il s'agit, valeur qui, d'après la nature des données, ne pouvait être qu'approximative, est 7,74. Toutes ces concordances, on le comprend, constituent une preuve ultérieure de l'existence de la tension; ici, en effet, le rôle assigné à cette force est absolument autre que dans les expériences des deux mémoires précédents.

§ 8. — J'ai déjà appelé l'attention (6me série, § 2) sur ce point, que si la couche superficielle d'une masse liquide pleine est dans un état de

[1] *Ueber die Scheiben welche sich beim Zusammenstossen von zwei Wasserstrahlen bilden, und über die Auflösung einzelner Wasserstrahlen in Tropfen* (Ann. de M. Poggendorff, 1849, vol. LXXVIII, p. 451).

tension, les lames liquides doivent être assimilées à des membranes tendues, puisque la tension existe à leurs deux faces. On voit, d'après cela, que la tension d'une lame est double de celle de la couche superficielle d'une masse pleine formée du même liquide : en adoptant, par exemple, pour la tension de l'eau la valeur 7,53 milligrammes trouvée par M. Hagen, la tension d'une lame d'eau serait de 15,06 milligrammes.

C'est, on se le rappelle, en partant de l'idée de la tension que j'ai posé, à la fin de ma 6me série, le principe général que, dans tous les assemblages de lames liquides, la somme des aires de ces lames doit être un minimum.

§ 9. — Aujourd'hui l'on possède des démonstrations théoriques de la réalité de la tension, et l'on a plusieurs moyens nouveaux de la constater par l'expérience.

La première de ces démonstrations a été donnée, en 1864, par M. Lamarle, dans la première partie de son beau mémoire *Sur la stabilité des systèmes liquides en lames minces* [1]; elle suppose une masse liquide pleine, entièrement libre, soumise à ses seules attractions moléculaires, et conséquemment de forme sphérique [2]; M. Lamarle montre non-seulement que la couche superficielle d'une semblable masse est dans un état de tension, mais, en outre, que cette tension est indépendante du rayon de la sphère; enfin il fait remarquer que les mêmes résultats s'étendent sans difficulté à toutes les surfaces liquides d'équilibre, c'est-à-dire que, dans ces surfaces et pour un même liquide, la tension est constante et indépendante des courbures, ainsi que cela avait été établi par M. Hagen dans deux cas particuliers.

Je ne reproduirai pas la démonstration dont il s'agit telle qu'elle est exposée dans le mémoire; je la modifierai un peu, d'après les indications de M. Lamarle lui-même, pour l'appliquer directement aux lames; seulement, sous cette forme, elle n'est plus tout à fait théorique, et revient, au fond, à celle de M. Henry (§ 6), rendue plus précise et plus complète.

Supposons une sphère laminaire, une bulle de savon, par exemple, et

[1] *Mém. de l'Acad.*, tomes XXXV et XXXVI.

[2] L'exactitude de cette démonstration a été contestée par M. Dupré, et maintenue par M. Lamarle (voir les *Comptes rendus*, t. LXIV, pp. 593, 759 et 902).

coupons-là idéalement par un plan qui la partage en deux hémisphères; imaginons ce plan solidifié, ce qui n'altérera pas l'équilibre, et considérons en particulier l'un des hémisphères. La lame qui constitue celui-ci presse, nous le savons, sur l'air qu'elle emprisonne entre elle et le plan, et ce volume d'air réagit, par son élasticité, avec une force égale; l'hémisphère laminaire et le plan sont donc poussés l'un dans un sens, l'autre dans le sens opposé, d'où résulte une traction de la lame tout le long de la petite bande par laquelle elle adhère au plan; or une traction égale et contraire est évidemment exercée le long de la même bande par l'autre hémisphère; il y a donc, sur toute la longueur de la bande étroite dont il s'agit, traction en deux sens opposés et perpendiculaires à cette longueur; en d'autres termes, il y a tension de la lame. Enfin, comme rien ne détermine la direction de notre plan coupant, il s'ensuit que la même tension existe dans toute l'étendue de la lame, et qu'elle a la même valeur dans toutes les directions tangentielles autour de chaque point.

La tension est considérée ici comme une traction; mais la lame résistant par une force égale et contraire, on peut aussi bien regarder cette dernière force comme constituant la tension. Sous ce point de vue, la tension est une force contractile, une tendance continuelle de la lame à revenir sur elle-même en diminuant d'étendue.

Le mode de démonstration ci-dessus conduit à une expression de la tension en données mesurables. Désignons par p la pression rapportée à l'unité de surface qu'exerce la lame sur l'air emprisonné, et conséquemment aussi la pression de dedans en dehors due à la réaction de cet air. La force totale qui agit ainsi de dedans en dehors sur l'un des hémisphères laminaires et tend à le séparer du plan, est nécessairement égale à celle qui pousse le plan lui-même; elle a donc pour mesure le produit de la surface de celui-ci par la quantité p, c'est-à-dire $\pi r^2 p$, où r est le rayon de la sphère laminaire; je néglige ici la petite différence entre le rayon de la face extérieure de la lame et celui de la face intérieure, à cause de la minceur extrême des lames liquides. Cette expression représente en même temps, d'après ce que j'ai dit plus haut, la tension totale sur la longueur de la bande étroite suivant laquelle la lame est coupée par le plan, et, par conséquent, pour avoir la tension sur

l'unité de longueur, tension que je nommerai t, il suffit de diviser cette même expression par la longueur $2\pi r$ de la bande en question, ce qui donne $t = \frac{rp}{2}$. Mais on a vu (5me série, § 24) que si d est le diamètre d'une sphère laminaire, h la hauteur en millimètres à laquelle le liquide dont la lame est formée s'élèverait dans un tube capillaire d'un millimètre de diamètre, et ρ la densité de ce liquide, la pression qu'exerce la lame équivaut, pour une surface d'une étendue quelconque, et, par suite, pour l'unité de surface, au poids d'une colonne d'eau ayant pour base cette surface et, pour hauteur, $\frac{2h\rho}{d} = \frac{h\rho}{r}$. En prenant pour unité de surface le millimètre carré, la quantité $\frac{h\rho}{r}$ exprime donc en milligrammes la pression que nous avons désignée par p; faisant la substitution dans l'expression de t trouvée plus haut, il vient :

$$t = \frac{h\rho}{2},$$

ce qui donne, en milligrammes, la tension de la lame sur l'unité de longueur.

Cette formule résulte d'ailleurs immédiatement du calcul de M. Hagen relatif aux liquides dans les tubes cylindriques (§ 7), quand on suppose le diamètre du tube égal à 1 millimètre, et quand on considère la surface supérieure de la colonne comme formant un hémisphère concave, ce qui est permis dans le cas d'un si petit diamètre.

§ 10. — Cette même formule ne contenant pas r, on voit que la tension dont il s'agit est indépendante du rayon et conséquemment de la courbure de la lame.

La constance de la valeur de la tension quelle que soit la courbure de la sphère laminaire, est pleinement confirmée par des expériences de ma 6me série. En effet, après avoir essayé de démontrer (6me série, § 8) sans faire intervenir la tension, que trois lames unies par une même arête liquide doivent aboutir à celle-ci sous des angles égaux, j'ai vérifié (*ibid.*, §§ 11 et 15) l'égalité de ces angles pour des combinaisons de lames de liquide glycérique appartenant à des sphères de rayons différents; or, ces trois lames tirant respectivement à elles, en vertu de leurs tensions, l'arête liquide commune, les trois angles en question ne peuvent évidemment être égaux que si les trois tensions sont égales.

Maintenant si l'on imagine que le rayon de la sphère laminaire croisse jusqu'à l'infini, la lame deviendra plane, et il résulte de ce qui précède qu'elle aura encore la même tension. Cependant on n'arrive de cette manière à la tension d'une lame plane qu'en considérant cette lame comme indéfiniment étendue, et en lui assignant ainsi des conditions irréalisables; on pourrait dès lors se demander si une lame plane limitée, par exemple une lame de liquide glycérique formée dans un anneau en fil de fer, lame qui n'exerce aucune pression sur l'air, possède effectivement une tension; or, parmi les combinaisons de lames soumises aux expériences rappelées ci-dessus, il y en avait où deux seulement des trois lames étaient de courbure sphérique, tandis que la troisième était plane, et les trois angles compris entre ces lames à l'arête commune étaient encore égaux; la lame plane limitée tirait donc à elle avec la même force que les deux lames sphériques, et avait conséquemment la même tension.

D'un autre côté, la plupart des systèmes laminaires qu'on réalise à l'intérieur des charpentes polyédriques en fil de fer en retirant celles-ci du liquide glycérique, contiennent, nous le savons, des lames courbes à courbure moyenne nulle combinées avec des lames planes; or j'ai vérifié aussi, au moins approximativement (*ibid.*, § 20), dans tous ces cas, l'égalité des trois angles, ce qui vérifie, par suite, l'égalité entre la tension des lames planes et celle des lames courbes à courbure moyenne nulle. Enfin, dans le mémoire dont j'ai parlé, M. Lamarle parvient à déduire rigoureusement de mon principe du minimum de la somme des aires, les lois que j'avais constatées à l'égard des assemblages de lames, et confirme ainsi ce principe d'une manière générale; or ce même principe ne serait évidemment pas vrai si les tensions respectives des lames qui composent un même système étaient différentes. L'expérience est donc d'accord avec la théorie, qui veut que, pour un même liquide, la tension soit constante et indépendante des courbures.

Il est inutile de faire remarquer que la confirmation du principe dont il s'agit concourt encore à établir l'existence de la tension.

§ 11. — Je ne dois pas négliger de mentionner un second point de vue sous lequel M. Lamarle, toujours dans le même mémoire, envisage la tension; le voici : Suivant les idées admises en général aujourd'hui, la densité de la

couche superficielle est moindre que celle de l'intérieur du liquide, et conséquemment, dans cette couche, l'écartement des molécules est plus grand; si donc, par un changement de forme sans changement de volume, l'étendue de la couche superficielle vient à décroître et qu'ainsi une partie des molécules de cette couche se rendent dans l'intérieur, ces molécules se rapprochent davantage; or l'attraction, par sa nature même, fait incessamment effort pour rapprocher les molécules; elle doit donc réduire la couche superficielle au minimum d'étendue, puisque, par là, elle exerce sa tendance d'une manière active.

Ainsi, d'après M. Lamarle, la tension est due à ce que, par une diminution de la couche superficielle, la tendance constante de l'attraction au rapprochement des molécules trouve à se satisfaire autant que possible.

§ 12. — M. Dupré a publié par parties, de 1865 à 1868, un travail extrêmement remarquable [1], où il traite par des méthodes nouvelles une suite de questions concernant les actions moléculaires, et où il donne aussi une démonstration de l'existence réelle de la tension :

Il établit d'abord que, pour séparer en deux une masse liquide soit par arrachement perpendiculaire, soit par glissement, il faut vaincre une résistance, et que, réciproquement, lorsque deux surfaces liquides peuvent se réunir, il y a une force résidant dans leurs couches superficielles qui provoque la réunion; il la nomme *force de réunion*.

Partant de ce principe, il démontre qu'une masse liquide ne peut changer de forme avec diminution dans l'étendue de sa surface, sans qu'un travail moléculaire proportionnel à cette diminution soit produit par la force de réunion [2]. Or cette force toujours présente doit tendre sans cesse à opérer le travail dont il s'agit, et, par suite, à rendre la surface minima; la couche superficielle des liquides possède donc une force contractile, ou une tension.

M. Dupré indique plusieurs expériences fort simples au moyen desquelles on rend la tension manifeste soit dans la surface libre d'une masse

[1] Cinquième, sixième et septième mémoire *Sur la théorie mécanique de la chaleur* (ANN. DE CHIM. ET DE PHYS. DE PARIS, 4e série, tomes VI, VII, IX, XI et XIV).

[2] Dans le septième mémoire, M. Dupré décrit un instrument au moyen duquel il a vérifié expérimentalement cette proportionnalité entre le travail produit et la diminution de surface.

liquide pleine, soit dans une lame liquide. Dans l'une de ces expériences, par exemple, un poids est soulevé par la tension d'une lame plane : qu'on se figure une plaque métallique rectangulaire verticale, dont le bord horizontal inférieur présente, en son milieu, une échancrure également rectangulaire. Cette plaque étant préalablement mouillée d'eau de savon, si l'on applique contre elle devant l'échancrure, et à la hauteur du bord supérieur de celle-ci, une bande solide étroite et très-légère, un peu plus longue que la largeur de l'échancrure et mouillée aussi d'eau de savon, puis qu'on fasse glisser cette petite bande de haut en bas, une lame liquide se forme nécessairement dans la portion de l'échancrure ainsi balayée; or, dès qu'on abandonne la petite bande à elle-même, elle remonte brusquement malgré son poids.

M. Dupré attribue la tension à ce que, dans l'épaisseur de la couche superficielle, les actions moléculaires seraient, en moyenne, plus intenses suivant le sens tangentiel que suivant le sens normal; c'est, selon lui, l'excès des premières sur les secondes qui constitue la tension.

Désignant celle-ci par F, il trouve, d'une manière générale, pour la pression capillaire normale provenant des courbures en un point quelconque d'une surface liquide, l'expresssion $F\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$; le coefficient constant de l'expression de Laplace est donc bien la tension dans tous les cas, et, pour un même liquide, celle-ci est toujours uniforme, c'est-à-dire complétement indépendante du point considéré de la surface, ainsi que des courbures.

J'ai présenté, dans le § 9, l'expression $t=\frac{h\rho}{2}$ de la tension d'une lame liquide comme découlant de la démonstration qui la précède, et j'ai dit (*ibid.*) qu'elle résultait d'ailleurs immédiatement d'un calcul de M. Hagen; j'ajoute maintenant que cette même expression se déduit aussi d'une formule à laquelle arrive M. Dupré en traitant par ses méthodes le phénomène de l'élévation et de la dépression dans les tubes capillaires.

Ce dernier savant fait remarquer que la tension des lames liquides est indépendante de leur épaisseur, du moins tant que cette épaisseur n'est pas inférieure à une certaine limite. En effet, la tension n'existant que dans les deux couches superficielles, couches excessivement minces, nous le savons, il est clair que le liquide compris entre elles est sans influence, et qu'ainsi lorsque, par une atténuation de la lame, il diminue en quantité, la tension doit demeurer invariable.

Cette déduction se trouve vérifiée par les expériences de ma 5me série relatives à la pression exercée par une bulle creuse sur l'air qu'elle emprisonne. On a vu, en effet (§ 9) que, dans ce cas, la tension de la lame est liée à la pression sur l'air intérieur par la relation $t = \frac{rp}{2}$, d'où il suit que, pour une bulle d'un rayon r donné, si, malgré l'amincissement de la lame, la pression p ne change pas, il en sera de même de la tension t; or j'ai constaté, on se le rappelle (5me série, § 32), cette constance de la pression à l'égard d'une lame sphérique qui s'amincissait spontanément et n'a éclaté que lorsque sa couleur, sous l'incidence normale, avait atteint le passage du jaune au blanc du premier ordre.

Mais, ainsi que je l'ai fait observer (*ibid.*, § 30), l'invariabilité de la pression suppose à la lame une épaisseur suffisante pour qu'il y ait du liquide interposé entre les deux couches superficielles, c'est-à-dire une épaisseur supérieure au double du rayon de l'attraction moléculaire; car si la lame s'amincit assez pour que les deux couches superficielles arrivent au contact, puis se pénètrent mutuellement, il est naturel d'admettre que la pression, et conséquemment la tension, diminue par suite de la diminution dans le nombre des molécules agissantes; on est donc conduit à cette conséquence que la limite au-dessous de laquelle la tension commence à décroître, est égale au double du rayon de l'attraction moléculaire.

[illegible] son cinquième mémoire, où il fait abstraction de la différence de [illegible]ation entre la couche superficielle et le reste de la masse, M. Dupré [illegible]ouvé que, pour un même liquide à diverses températures, la tension [illegible]portionnelle au carré de la densité; mais, dans son sixième mémoire, [illegible]nt compte de la différence dont il s'agit, il reconnaît que cette proportionnalité n'est pas exacte.

L'expression $t = \frac{h\rho}{4}$ de la tension d'une seule couche superficielle montre, du reste, que la tension varie en sens inverse de la température, puisqu'il en est ainsi à la fois de h et de ρ; mais comme, pour la plupart des liquides, l'influence de la température sur ces deux quantités n'est pas très-considérable, il s'ensuit que la tension change peu par les fluctuations de la température ordinaire : pour l'eau, par exemple, d'après un tableau que donne M. Dupré, de 10° à 32°, la tension ne décroît que de 7,48 à 7,15. On a vu que ce peu de variabilité avait déjà été observé par M. Hagen.

M. Dupré fait remarquer que, par suite de l'influence de la température sur la tension, si l'on chauffe une partie seulement d'une surface liquide, l'équilibre doit être altéré, et il ajoute : « Dans le cas des lames, le liquide formant les deux couches superficielles de la partie chauffée est entraîné vers les parties froides par des différences de forces contractiles...... La lame s'amincit et finit par crever. » Il ne décrit aucune expérience, mais, comme nous le verrons bientôt, on peut en faire à ce sujet de fort curieuses.

Quand une lame liquide éclate, cette lame, ou chacune de ses parties si elle se divise, revient rapidement sur elle-même, pour se transformer en une petite masse; c'est ce que montrent les expériences de la fin du § 32 de ma 7me série sur les lames d'huile formées au sein du liquide alcoolique; or M. Dupré, rapportant ce phénomène à la tension, le traite par ses méthodes, et arrive, pour exprimer la vitesse v de ce retrait, à la formule :

$$v = \sqrt{\frac{4gF}{e\Delta}},$$

dans laquelle F est la tension d'une seule couche superficielle, g la gravité, e l'épaisseur de la lame et Δ la densité du liquide; d'où l'on voit que cette vitesse est uniforme, qu'elle est en raison directe de la racine carrée de la tension et en raison inverse des racines carrées de l'épaisseur et de la densité. M. Dupré trouve, de cette manière, que la vitesse de retrait d'une lame de liquide glycérique de $\frac{1}{9000}$ de millimètre d'épaisseur serait d'environ 32 mètres par seconde.

On vérifierait sans doute, par des expériences convenablement instituées sur mes lames d'huile immergées, l'uniformité de la vitesse et la loi concernant l'épaisseur. Quant à la valeur absolue de la vitesse, celle que lui assigne la formule ci-dessus est probablement assez exacte pour la plupart des liquides; mais, ainsi que nous le verrons plus loin, il y a des liquides à l'égard desquels il en est autrement, parce que le phénomène est influencé par un élément dont M. Dupré ne pouvait tenir compte.

M. Dupré cherche aussi les lois d'un autre phénomène qu'on peut également rapporter à la tension, savoir la diminution progressive du diamètre

d'une bulle quand on laisse ouvert le tube qui a servi à la gonfler; il parvient à ce résultat que, pour deux bulles formées du même liquide, toutes choses égales d'ailleurs, les carrés des temps pendant lesquelles elles se vident sont entre eux comme les 7mes puissances de leurs diamètres. Il vérifie cette loi par une suite d'expériences sur des bulles de liquide glycérique.

Les mémoires que nous résumons renferment encore, à l'égard de la tension, d'autres résultats généraux qui auraient un moindre intérêt ici, par exemple à certaines relations avec des faits du domaine de la chimie.

Enfin M. Dupré décrit plusieurs procédés au moyen desquels il a mesuré la tension d'un grand nombre de liquides.

Le premier consiste dans l'emploi d'un aréomètre de Nicholson modifié de la manière suivante : le plateau supérieur est remplacé par une cuvette cylindrique dans laquelle on verse le liquide à essayer; deux fils de laiton partant horizontalement des extrémités d'un diamètre de cette cuvette, se replient ensuite pour descendre à l'extérieur du vase contenant l'eau, et se réunir au-dessous du fond par l'intermédiaire d'un plateau destiné à recevoir le lest et les poids. Après avoir établi l'affleurement, on descend verticalement dans la cuvette une lame solide mince, susceptible d'être mouillée par le liquide, et dont le bord inférieur est bien horizontal; dès que ce bord touche le liquide, celui-ci s'élève par l'action capillaire le long des deux faces de la lame, et sa tension soulève l'aréomètre d'une certaine quantité; on ajoute alors des poids pour ramener l'affleurement, et de ces poids on déduit la tension en divisant leur valeur par le périmètre du bord de la lame. J'omets ici quelques détails de moindre importance qu'on trouvera dans le mémoire, ainsi qu'une petite correction à faire subir au résultat quand on veut une grande exactitude.

Le second procédé est, à quelques différences près dans l'appareil, celui dont j'ai fait usage (5me série, §§ 26 à 28) pour l'évaluation de la pression exercée par une bulle creuse sur l'air emprisonné : il se réduit, on s'en souvient, à gonfler une bulle à l'extrémité d'un petit ajutage qui communique avec un manomètre indiquant la pression, puis à mesurer le diamètre de la bulle [1]. La tension est donnée alors par la relation, rappelée plus

[1] Ainsi que je l'ai dit dans ma 5me série, l'idée première de ce procédé, en ce qui concerne la relation entre la pression et le diamètre, est due à M. Henry; quant à M. Dupré,

haut, $t = \frac{rp}{2} = \frac{pd}{4}$. D'après cela, pour la tension de la surface d'une masse pleine formée du même liquide, on a $t = \frac{pd}{8}$, expression que trouve également M. Dupré. Ce physicien a disposé son appareil de manière à pouvoir opérer sur de très-petites bulles ($2^{mm},5$ à $3^{mm},5$ de diamètre), ce qui lui a permis de soumettre à l'expérience des liquides tels que l'eau dont les bulles un peu grosses ne se formeraient pas.

A l'aide de ce même appareil, M. Dupré a vérifié, comme je l'avais fait (5me série, § 28), la constance du produit pd de la pression par le diamètre de la bulle.

Le troisième procédé n'est qu'une modification du précédent : au moyen du même appareil encore, une très-petite bulle d'air est gonflée au sein du liquide à essayer, mais aussi près que possible de la surface de celui-ci; dans ce cas, on n'a à considérer que la tension d'une seule couche superficielle; seulement il faut tenir compte de la petite pression hydrostatique due au liquide ambiant.

Un quatrième procédé est basé sur ce que la hauteur d'un jet de liquide lancé de bas en haut par un orifice de très-petit diamètre, doit être notablement diminuée par la tension de la surface de ce jet. M. Dupré parvient à lier, au moyen d'une formule, cette tension aux autres éléments du phénomène. La formule dont il s'agit contient des termes qui dépendent de quantités dont l'évaluation est impossible, telles que le frottement contre le bord de l'orifice; mais M. Dupré, à l'aide d'un artifice ingénieux, écarte la difficulté, et les résultats de l'expérience s'accordent d'une manière très-satisfaisante avec ceux des autres procédés. Ces résultats viennent donc appuyer l'idée avancée par M. Hagen (§ 7) d'une action retardatrice de la tension sur le développement des nappes liquides.

M. Dupré tire aussi un procédé de l'écoulement goutte à goutte, et sa méthode évite l'inconvénient signalé par M. Hagen (*ibid.*).

Enfin, dans le cas d'une goutte liquide déposée sur un plan horizontal qu'elle ne mouille pas, il obtient une relation entre la tension, le poids de la goutte, la densité du liquide et le diamètre du cercle de contact avec le plan;

lorsqu'il a rédigé son cinquième mémoire, il ne connaissait pas la partie de mes recherches rappelée ci-dessus (voir le *Mémoire*, note du § 196).

d'où un dernier procédé, qui, du reste, n'est applicable qu'au mercure et aux métaux fondus.

Le cinquième mémoire donne, dans un tableau, les tensions de dix-huit corps, la plupart liquides à la température ordinaire, d'autres liquéfiés par la chaleur.

§ 13. — Les expériences de M. Dupré ont conduit M. Van der Mensbrugghe [1] à imaginer trois nouveaux procédés pour constater la tension des lames liquides, procédés dont deux permettent, en outre, d'évaluer cette tension. Voici le premier :

Dans un contour plan et horizontal en fil de fer, on réalise une lame de liquide glycérique; on noue ensemble les deux bouts d'un fil de soie très-fin de longueur convenable, puis, après avoir mouillé ce fil du même liquide, on le dépose avec précaution sur la lame, où il forme un contour irrégulier. Cela fait, on crève la portion de la lame comprise à l'intérieur de ce contour; à l'instant même le fil de soie se tend et prend une figure exactement circulaire. C'est que la portion restante de la lame se contracte en vertu de sa tension, de manière à occuper la moindre étendue, ce qui exige que l'ouverture limitée par le fil devienne aussi grande que possible, et conséquemment circulaire.

M. Van der Mensbrugghe se demande quelle disposition le fil doit adopter si l'on effectue la même expérience sur une surface laminaire courbe, en choisissant, bien entendu, une surface à courbure moyenne nulle. Il soumet la question au calcul, et arrive aux lois suivantes :

1° Le fil est également tendu dans toute sa longueur;

2° La courbe représentée par le fil a partout le même rayon de courbure;

3° Le rapport entre la tension du fil et le rayon de courbure est indépendant de la forme de la surface et de la longueur du fil, et est égal à la tension de la lame.

Le second procédé est une modification du premier. Le contour solide qui contient la lame est rectangulaire et vertical; le fil de soie, au lieu de constituer un contour fermé, est attaché par l'une de ses extrémités en un point du côté horizontal inférieur du rectangle solide, il quitte la lame en un

[1] *Sur la tension des lames liquides* (Bullet. de l'Acad., 1866, 2me série, tome XXII, p. 308).

autre point de ce même côté, et son extrémité libre soutient un poids léger. Après la rupture de la portion de lame ainsi interceptée, le fil se tend, et prend, si le poids suspendu n'est pas trop fort, la forme d'une demi-circonférence. A la vérité, l'équilibre est instable, mais il se maintient par le petit frottement du fil contre le côté du rectangle. Dans ces conditions, qu'on réalise au moyen de certaines précautions, le poids suspendu donne la tension du fil, et le rayon de la demi-circonférence dessinée par celui-ci se mesure directement au compas; pour avoir la tension de la lame liquide, il suffit donc, d'après la troisième loi ci-dessus, de diviser la première quantité par la seconde.

Dans le troisième procédé, la lame est une portion de caténoïde, attachée par son bord supérieur à un anneau solide horizontal et fixe, et, par son bord inférieur, à un anneau solide plus petit, également horizontal, qu'elle tient suspendu. Ce dernier anneau soutient lui-même un plateau très-léger, sur lequel on verse doucement du sable; le système solide suspendu descend au fur et à mesure, en étendant la lame, et l'on s'arrête lorsque l'élément de la chaînette méridienne qui aboutit à l'anneau mobile est devenu vertical ou à très-peu près; on le reconnaît à ce que l'équilibre devient alors instable. Ce point atteint, on a la tension de la lame en divisant par la circonférence de l'anneau mobile le poids total du système suspendu.

M. Lamarle, dans son rapport [1] sur la note que je viens d'analyser, signale une quatrième loi relative à la forme que prend le fil après la rupture de la portion de lame interceptée; cette loi consiste en ce que la direction du fil doit être partout celle suivant laquelle la courbure de la surface est nulle. Or M. Lamarle fait observer que la coïncidence de cette même loi avec les trois autres est généralement impossible sur les surfaces à courbure moyenne nulle; il le montre en particulier pour le caténoïde, et il en conclut que, dans les cas de cette nature, la forme de la lame doit nécessairement être altérée; il ne connaît, pour le moment, que deux surfaces, savoir le plan et l'héliçoïde gauche à plan directeur, susceptibles de satisfaire à l'ensemble des quatre lois.

M. Van der Mensbrugghe a donc repris ses expériences [2]; il a vérifié

[1] *Bullet. de l'Acad.*, 1866, 2me série, t. XXII, p. 272.

[2] *Sur la tension des lames liquides*, 2me note (Bull. de l'Acad., 1867, 2me série, t. XXIII, p. 448).

la conclusion de M. Lamarle sur la non-déformation de l'héliçoïde gauche, et il a constaté, par un procédé ingénieux, la déformation du caténoïde; il trouve, du reste, que cette déformation n'est bien notable que dans le voisinage du fil. Ces faits remarquables montrent une fois de plus l'accord constant de l'expérience avec la théorie.

Cette deuxième note se termine par la description d'une expérience curieuse : une lame de liquide glycérique est réalisée dans un anneau vertical en fil de fer; on dépose à l'intérieur de cet anneau, sur son point le plus bas, une sphère creuse en verre très-légère, de deux centimètres environ de diamètre, préalablement mouillée du même liquide; celle-ci se place aussitôt d'elle-même de manière à être coupée en deux parties égales par le plan de la lame; elle demeure ainsi dans un état d'équilibre stable, et si l'on fait tourner l'anneau sur lui-même, elle roule à l'intérieur sans le quitter. M. Van der Mensbrugghe explique le phénomène par l'effort que fait constamment la lame pour occuper une étendue minima; cette condition exige, en effet, que la lame aboutisse à la sphère de verre suivant un grand cercle de celle-ci.

§ 13bis. — Enfin M. Quincke a présenté récemment à l'Académie de Berlin une note [1] dans laquelle il étend aux surfaces solides le principe de la tension. A l'aide de considérations ingénieuses, il détermine cette tension, par millimètre de longueur, pour un certain nombre de métaux, et trouve ainsi des valeurs énormes; pour le fer en fils, par exemple, la tension équivaudrait à près de 6 kilogrammes.

§ 14. — Les recherches successives dont l'analyse est exposée dans ce qui précède, fournissent donc ces résultats généraux :

1° La tension existe bien réellement dans toute surface liquide, et, par suite, dans toute lame liquide;

2° Cette tension est indépendante des courbures de la surface ou de la lame, elle est la même dans toute l'étendue d'une même surface ou d'une même lame, et la même aussi, en chaque point, dans toutes les directions tangentielles autour de ce point;

[1] *Ueber die Capillaritäts-Constanten fester Körper* (COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DE BERLIN, 1868, p. 132).

3° Elle est indépendante de l'épaisseur des lames, du moins tant que cette épaisseur n'est pas inférieure au double du rayon d'activité sensible de l'attraction moléculaire [1];

4° Elle varie avec la nature des liquides;

5° Pour un même liquide, elle varie en sens inverse de la température; mais, aux températures ordinaires, elle éprouve peu de changements;

6° On possède un grand nombre de procédés pour la mesure expérimentale de la tension, et chacun de ces procédés conduit à une expression de la tension en fonction des données de l'expérience. Le plus commode, en même temps que le plus précis, est sans contredit le premier de M. Dupré, c'est-à-dire celui de l'aréomètre;

7° Quant à la cause de la tension, cinq hypothèses ont été proposées : en premier lieu, celle de Segner, que je n'ai pas bien comprise, et suivant laquelle la tension proviendrait de l'attraction mutuelle des molécules de la couche superficielle dans le sens tangentiel et de la courbure de cette couche; en second lieu, celle du Dr Hough, qui essaie d'expliquer la tension en remarquant que les molécules de la surface sont abandonnées à leurs attractions mutuelles par l'absence de molécules de même espèce en dehors de cette surface; en troisième lieu, celle de M. Hagen, qui attribue la tension à une densité plus grande de la couche superficielle; en quatrième lieu, celle de M. Lamarle, qui fait dépendre la tension de ce que, par une contraction de la couche superficielle, une portion des molécules de cette couche passant dans l'intérieur et diminuant ainsi d'écartement, la tendance générale de l'attraction au rapprochement des molécules se satisfait en partie; enfin celle de M. Dupré, qui considère la tension comme due à un excès des actions tangentielles sur les actions normales dans la couche superficielle.

§ 15. — Selon moi, la vraie cause de la tension, si elle n'est pas énoncée d'une manière tout à fait explicite, est du moins suffisamment indiquée par MM. Henry et Lamarle dans leurs démonstrations de l'existence de la tension par les sphères laminaires (§§ 6 et 9). Il est incontestable, depuis le travail de Laplace, que, si l'on considère seulement l'effet des courbures, une couche

[1] Je signalerai, à ce propos, une faute grave à la page 40, ligne 4, de la 5me série : au lieu de *inférieures ou doubles*, il faut lire : *inférieures au double.*

superficielle convexe exerce sur le liquide une pression normale en chaque point, et une couche superficielle concave exerce, au contraire, une traction normale aussi en chaque point; mais, dans l'état d'équilibre, cette pression ou cette traction lutte contre une résistance provenant en général d'actions hydrostatiques; or il est visible qu'une couche superficielle courbe ainsi pressant ou tirant et qui rencontre une résistance opposée, doit être tendue, comme l'est une vessie gonflée qui presse sur l'air intérieur, ou, en d'autres termes, que les molécules de cette même couche doivent être dans un état d'écartement forcé suivant le sens tangentiel. Si l'on veut, c'est la réciproque de la théorie de Young : celui-ci suppose la tension, et fait voir que les tractions tangentielles qu'elle détermine autour d'un même point donnent pour résultante une pression normale si la surface est convexe, et une traction normale si la surface est concave; or, comme l'a montré Laplace, cette pression ou cette traction existe par le seul effet des attractions moléculaires; on peut donc la décomposer, autour de chaque point, en tractions tangentielles, lesquelles constituent une tension.

La tension est donc un résultat nécessaire des courbures, et dès lors on doit se demander comment elle subsiste dans les surfaces liquides planes ou à courbure moyenne nulle; mais il faut remarquer que ces surfaces sont toujours raccordées à d'autres par des portions à fortes courbures transversales : c'est, par exemple, ce qui a lieu, nous le savons, aux arêtes de jonction des lames qui composent un système; or la tension qui existe dans ces portions de raccordement doit, en vertu de la continuité, se propager à toute l'étendue des surfaces qu'elles bordent. Cette explication m'a été suggérée par M. Lamarle.

§ 16. — J'ai dit (§ 12) que je décrirais des expériences curieuses relatives à l'action de la chaleur sur les lames liquides; voici ces expériences, dont la première est due à mon fils :

Une bulle de liquide glycérique d'un décimètre de diamètre étant déposée sur un anneau, on attend qu'elle ait pris, au moins à son sommet (7me série, § 11), une teinte autre que le rouge ou le vert des derniers ordres; alors il suffit d'approcher avec précaution le bout du doigt aussi près que possible de ce sommet, pour voir la teinte de ce même sommet se modifier sur un espace de trois à quatre centimètres de diamètre, de manière à accuser

un amincissement : si, par exemple, le sommet est jaune, il passe au vert; quand le doigt est assez chaud, il y a quelquefois production de deux teintes successives; enfin dès qu'on enlève le doigt, la teinte originaire reparaît.

En second lieu, on développe, au moyen du liquide glycérique, le système laminaire de la charpente cubique en fil de fer, système qui se compose, nous le savons, de douze lames partant respectivement des douze arêtes solides et aboutissant toutes à une lamelle centrale quadrangulaire; on introduit ensuite l'extrémité fortement chauffée d'une baguette de verre dans l'espèce de pyramide creuse formée par les lames qui partent des quatre arêtes de l'une des faces du cube, et l'on choisit l'une des pyramides dont le fond est une arête de la lamelle; aussitôt on voit cette lamelle diminuer d'étendue. C'est que, par suite de la position de la baguette, la lamelle s'échauffe moins qu'une partie des lames environnantes, et conserve ainsi un excès relatif de tension. On ne peut attribuer l'effet à la dilatation des lames les plus chauffées, car, si toutes les tensions demeuraient égales, la forme du système ne pourrait évidemment se modifier; les lames qui tendraient à se dilater enverraient seulement une portion de leur liquide dans la lamelle centrale.

J'ajouterai ici une expérience étrangère à l'action de la chaleur. Je m'étais dit que si l'on pouvait réaliser un système dont une partie des lames fussent formées d'un liquide et l'autre d'un autre liquide à tension différente, le système ne pourrait plus satisfaire à mes lois quant à l'égalité des angles entre les lames et entre les arêtes liquides. Une telle réalisation est sans doute impossible d'une manière complète, mais on peut en approcher par le moyen suivant : on produit encore le système de la charpente cubique, et on le pose de manière que la lamelle centrale soit horizontale. Cela fait, si l'on introduit au milieu de cette lamelle l'extrémité d'un petit pinceau imbibé de liquide glycérique, la lamelle n'éprouve aucun changement; mais si le pinceau est imprégné d'un liquide à tension plus forte, on voit la lamelle se contracter très-notablement. J'ai obtenu le meilleur résultat avec une solution d'albumine préparée simplement en battant un blanc d'œuf, puis laissant la neige se convertir partiellement en liquide : la lamelle qui, dans ma charpente, a environ 13^{mm} de hauteur et de largeur, se resserre alors jusqu'à

n'avoir plus que 8mm; quand on enlève le pinceau, elle reprend rapidement 9mm, puis semble rester en cet état pendant quelques secondes, après quoi elle revient lentement à ses dimensions originaires. Dans ces expériences, le liquide du pinceau s'étend sur les deux faces de la lamelle, de sorte que celles-ci ont alors la tension qui lui appartient, et qui ne peut plus être équilibrée sans modification du système par les tensions des autres lames. Un liquide de moindre tension que le liquide glycérique doit déterminer, au contraire, un agrandissement de la lamelle, mais je n'ai pas fait cet essai. On verra, par la suite de ce mémoire, que la solution d'albumine a effectivement une tension de beaucoup supérieure à celle du liquide glycérique.

§ 17. — Appliquons maintenant à l'objet principal de la série actuelle, c'est-à-dire au développement et à la persistance des lames, les connaissances que nous venons d'acquérir sur la tension.

Et d'abord, tandis que la cohésion s'oppose à la rupture des lames, la tension constitue, au contraire, une force qui agit sans cesse pour provoquer cette rupture. Mais la tension est nécessairement inférieure à la cohésion des couches superficielles, sans quoi il est évident que la réalisation des lames serait tout à fait impossible.

En second lieu, puisque la tension est indépendante de l'épaisseur, il s'en suit qu'une lame n'a, par elle-même, pas plus de tendance à se rompre lorsqu'elle est mince que lorsqu'elle est épaisse.

Cette déduction semble, au premier aperçu, s'accorder mal avec l'observation; en effet, on voit ordinairement les lames diminuer beaucoup d'épaisseur avant de crever: quand on gonfle une bulle de savon, elle atteint souvent de grandes dimensions, et n'éclate conséquemment que lorsque la lame est devenue très-mince; si l'on dépose sur la surface de l'eau de savon une bulle de ce liquide, bulle qui se transforme aussitôt en calotte sphérique, la teinte du sommet de celle-ci peut aller, on le sait, jusqu'au noir intense, ce qui correspond à une épaisseur d'environ 0,mm00001, etc.

Cependant examinons la chose de plus près. Les bulles de savon et les calottes du même liquide éclatent fréquemment aussi avant que les lames qui les constituent se soient beaucoup atténuées; quand une grosse bulle formée d'un bon liquide glycérique est déposée sur un anneau, la lame va d'abord en

s'amincissant, puis reprend (7me série, § 11) une épaisseur croissante, et c'est seulement lorsque celle-ci approche de nouveau de sa valeur originaire, que la bulle se brise; on peut réaliser des lames d'eau pure de différentes manières : par exemple en calottes sphériques à la surface du liquide par l'ascension de bulles d'air, sous la forme plane en travers d'un flacon, etc.; or, sauf de rares exceptions, ces lames d'eau demeurent parfaitement incolores jusqu'à leur disparition, d'où il suit qu'elles se rompent lorsqu'elles ont encore, comme lames, une épaisseur considérable. Nous verrons d'ailleurs que beaucoup d'autres liquides sont dans le même cas.

Si donc les lames paraissent plus disposées à éclater lorsqu'elles sont plus tenues, c'est qu'alors probablement elles résistent moins à des causes extérieures telles que de petits ébranlements, etc.

§ 18. — Comme j'aurai à comparer les lames d'un grand nombre de liquides, je vais décrire les procédés que j'ai employés pour leur production et leur observation.

Les lames formées d'un même liquide et dans les mêmes circonstances persistent, en général, d'autant plus qu'elles ont moins d'étendue; or, pour la très-grande majorité des liquides, les lames de dimensions un peu considérables éclatent presque à l'instant de leur développement; il fallait donc se borner à de petites lames. J'ai choisi les calottes produites à la surface des liquides par l'ascension de bulles d'air, et l'on n'a porté son attention que sur celles dont la base avait 10^mm^ à 12^mm^ de diamètre. Voici le procédé qui m'a le mieux réussi :

On pose au fond d'un bocal en verre un petit vase en porcelaine ou en verre, dont le bord a environ quatre centimètres de diamètre, on le remplit, jusqu'un peu au-dessus de ce bord, du liquide à essayer, puis on y introduit l'extrémité inférieure d'un tube de verre façonné comme je vais le dire : celui qui a servi à mes expériences a 5^mm^ de diamètre intérieur; son extrémité inférieure, repliée à angle droit sur une très-petite longueur, va en se rétrécissant, et son orifice n'a que 2^mm^,5; une portion courte en caoutchouc relie l'autre extrémité à un second tube de verre qui peut ainsi prendre toutes les directions et auquel on applique la bouche. Cette disposition permet à l'expérimentateur de se placer commodément : il tient la portion en caout-

chouc appuyée sur le bord du goulot du bocal, et il donne au tube de verre extérieur une direction obliquement descendante; ce dernier tube est d'ailleurs replié, vers son extrémité libre, sous un angle obtus, afin d'aboutir horizontalement à la bouche; là il est fermé par un tampon de papier à filtre qui serre assez pour ne laisser entrer l'air qu'en petite quantité et rendre l'insufflation aussi modérée qu'on le veut; ajoutons que la profondeur la plus convenable de l'orifice au-dessous de la surface du liquide, dépend de la nature de celui-ci; l'expérimentateur trouve aisément de lui-même ces petites modifications, et il acquiert bientôt l'habitude de produire à peu près à volonté des calottes du diamètre requis.

Quand un liquide fournit des calottes d'une persistance suffisante, il faut, dès que l'une d'elles est formée, soulever doucement le tube hors du liquide, afin qu'elle n'aille pas s'y attacher; comme elle ne peut d'ailleurs aller se heurter contre le bord du petit vase à cause de la légère convexité qu'y présente le liquide, elle reste vers le milieu de la surface de celui-ci, et conséquemment dans les conditions les plus favorables; en effet elle est alors entièrement libre, et la paroi du bocal la protége contre les petites agitations de l'air ambiant, et contre l'haleine de l'expérimentateur quand celui-ci observe de près.

Enfin la plupart des liquides exigent d'autres précautions encore, si l'on veut soustraire leurs calottes à toute influence étrangère. L'une de ces influences est l'évaporation, qui enlève de la matière aux lames des liquides plus ou moins volatils. Pour l'écarter, on verse dans le bocal une petite couche du liquide à essayer, ou simplement d'eau si le liquide à essayer ne fournit que de la vapeur d'eau; puis on applique contre la paroi intérieure, depuis le fond jusqu'au haut, à droite et à gauche de la direction par où doit passer la lumière, de larges bandes de papier à filtre imprégnées du même liquide, ou bien, si ce liquide est caustique, on le promène sur toute la paroi intérieure pour qu'elle en soit mouillée; on descend alors le petit vase vide au fond du bocal, et l'on ferme celui-ci avec une plaque de caoutchouc fortement serrée au goulot et percée de deux trous; par l'un de ces trous passe, à frottement, le tube servant à l'insufflation; par l'autre on introduit le col d'un petit entonnoir, col qui doit être assez long pour atteindre à peu

près l'orifice du petit vase, et l'on ferme, par l'extérieur, cet entonnoir avec un petit bouchon de liége. Cela fait, on abandonne l'appareil pendant un temps qu'on juge suffisant pour que l'atmosphère intérieure soit saturée de vapeur. Après ce temps, qui, dans mes expériences, était au moins de deux heures, on débouche l'entonnoir, et, par son canal, on remplit le petit vase, puis on replace le bouchon, et l'on commence immédiatement les essais.

Avec les liquides très-volatils, tels que l'alcool, l'éther sulfurique, etc., ces précautions mêmes sont insuffisantes, à cause, sans doute, de la difficulté de saturer l'atmosphère du bocal. Dans ce cas, on produit les calottes en secouant simplement le liquide dans un flacon abandonné préalablement pendant plusieurs heures après avoir été fortement agité. Mais si ce dernier procédé permet d'opérer dans une atmosphère aussi saturée que possible, il présente des inconvénients qui doivent le faire rejeter toutes les fois qu'on le peut : le liquide est en mouvement lors de l'apparition des calottes, ce qui rend l'observation difficile, et, si les calottes n'ont pas une très-courte persistance, elles vont souvent s'attacher à la paroi, où elles se déforment plus ou moins.

Certains liquides non volatils, tels que la glycérine, l'acide sulfurique, etc., absorbent l'humidité de l'air, ce qui constitue une autre influence étrangère. Pour s'en garantir, on introduit au fond du bocal une substance qui elle-même absorbe l'humidité, telle que du chlorure de calcium ou de l'acide sulfurique, tout le reste étant disposé comme précédemment. Après un temps regardé comme suffisant pour que l'atmosphère du bocal soit desséchée, on remplit le petit vase, et l'on opère aussitôt.

§ 19. — Mes expériences, effectuées avec toutes les précautions que je viens de décrire, m'ont conduit à partager les liquides, au point de vue de leurs lames, en trois catégories principales.

Les liquides qui composent la première, présentent les caractères suivants : fortement agités dans un flacon, ils ne produisent jamais de mousse très-abondante, plusieurs même n'en donnent pas du tout ; ils ne se laissent point gonfler en bulles à l'orifice d'une pipe, ou si l'on obtient quelquefois des bulles, elles dépassent à peine l'orifice en diamètre ; leurs calottes n'ont qu'une durée assez courte, durée très-variable pour chaque liquide, et très-différente, quant à son maximum, d'un liquide à un autre, mais ne dépassant

jamais un petit nombre de minutes; pour plusieurs de ces liquides, toutes les calottes demeurent incolores jusqu'à leur rupture; pour d'autres, la plupart restent également blanches, mais un nombre relativement petit montrent, après un intervalle plus ou moins long, un faible commencement de coloration. Celui-ci consiste ordinairement dans l'apparition, au sommet de la calotte, d'un système exigu d'anneaux rouges et verts, qui n'excède pas $1^{mm},5$ en diamètre; ce système se développe en un temps très-court, puis conserve la même dimension minime jusqu'à ce que la calotte éclate; quelquefois, en outre, les calottes les plus durables finissent par se revêtir, sur tout le reste de leur surface, d'un moiré pâle rose et vert; pour certains liquides ce moiré se manifeste seul, c'est-à-dire sans qu'il y ait eu préalablement formation des petits anneaux. Enfin, chose bien singulière, les liquides aqueux chez lesquels on observe, dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, ces phénomènes de couleurs naissantes, n'en laissent plus voir aucune trace lorsqu'ils sont placés dans une atmosphère desséchée, et qu'ainsi leur évaporation, au lieu d'être supprimée, est au contraire activée.

En résumé donc, les caractères généraux de cette première catégorie sont: peu ou point de mousse, impossibilité de gonfler des bulles, courte durée des lames, absence de couleurs sur les calottes ou coloration tardive, seulement naissante et n'offrant que le rouge et le vert des derniers ordres.

Parmi les nombreux liquides qui se rangent dans la catégorie dont il s'agit, je citerai l'eau, la glycérine, les acides sulfurique et azotique, l'ammoniaque, des solutions saturées d'acide tartrique, d'azotate de potasse, de carbonate de soude et de chlorure de calcium.

Les liquides de la deuxième catégorie, comme les précédents, développent peu de mousse ou n'en développent aucune, et ne se laissent pas gonfler en bulles à l'orifice d'une pipe; leurs calottes ont, en général, des durées beaucoup plus courtes encore; mais, pour un même liquide, toutes les calottes, ou au moins une partie d'entre elles, se revêtent, à l'instant de leur formation ou très-peu de temps après, de teintes prononcées des différents ordres sur toute leur surface; ces teintes peuvent se disposer en anneaux horizontaux, et alors, pour certains liquides, elles indiquent quelquefois que l'épaisseur de la lame va en croissant de la base au sommet de la calotte. Ajoutons

que, par suite du peu de persistance, il faut souvent l'habitude que donne la répétition multipliée de semblables expériences pour bien juger des teintes et de leur arrangement.

Ainsi, d'une manière générale, les liquides en question se distinguent de ceux de la catégorie précédente par une coloration des lames prompte, prononcée, et montrant les teintes de tous les ordres.

Les liquides de cette deuxième catégorie sont : les huiles grasses, l'acide lactique, l'acide acétique cristallisable, l'essence de térébenthine, l'alcool, la benzine, la liqueur des Hollandais, le chloroforme, l'éther sulfurique, le sulfure de carbone, et sans doute un grand nombre d'autres.

Les liquides qui appartiennent à la troisième catégorie se recouvrent, par l'agitation, d'une mousse volumineuse et très-persistante; on les gonfle aisément en bulles à l'orifice d'une pipe; leurs calottes se maintiennent beaucoup plus longtemps que celles des deux catégories précédentes, ordinairement plusieurs heures, quelquefois même plusieurs jours; elles ont d'abord, en général, une phase incolore très-notable, dont la durée diffère beaucoup d'un liquide à un autre, puis se teintent graduellement, mais d'une manière qui varie un peu avec les liquides.

Ces liquides sont peu nombreux; ils se réduisent, je pense, aux solutions des différents savons, à la solution de saponine et à celle d'albumine; on peut y joindre la solution d'acétate de peroxyde de fer. Je ne parle pas de la solution d'oléate de soude, parce qu'elle doit se placer avec celles des savons, ni du liquide glycérique, dont la propriété de s'étendre aisément en grosses bulles résulte du savon qu'il renferme.

Quelques substances solides à la température ordinaire, mais que la chaleur rend liquides, possèdent aussi, sous ce dernier état, la propriété de donner sans peine des bulles de grand diamètre : telles sont le verre, la colophane, ou mieux un mélange de colophane avec de l'huile de lin, comme l'a indiqué M. Böttger [1], et un mélange de colophane et de gutta-percha.

Enfin, on le comprend, les trois catégories ci-dessus ne sont pas tellement tranchées qu'il n'y ait certains liquides formant pour ainsi dire passage

[1] *Beiträge zur Physik und Chemie.* Frankfurt a. M., 1838, p. 13.

de l'une d'elles à une autre : je citerai comme exemples une solution d'une partie de gomme arabique dans dix parties d'eau, qui participe à la fois de la première et de la troisième catégorie, et une solution convenable de colophane dans l'huile d'olive, qui participe de la deuxième et de la troisième.

§ 20. — Avant d'aller plus loin, je vais exposer avec quelques détails les faits particuliers relatifs aux calottes de chacun des liquides que j'ai soumis à l'expérience. Les substances employées étaient, à peu d'exceptions près, telles qu'on les trouve dans le commerce; il eût été inutile pour l'objet de mon travail de chercher à les avoir chimiquement pures. Commençons par la première catégorie.

Eau distillée. 1° Dans une atmosphère saturée de sa vapeur. Sur cent calottes successives, quatre-vingt-trois, dont les durées ont varié d'une fraction de seconde à 7″, sont demeurées incolores jusqu'à leur rupture, seize ont montré, après des phases incolores respectives de 1″ à 6″, le système de petits anneaux rouges et verts; parmi ces dernières, les deux qui ont eu les plus longues durées, savoir 11″ et 13″, ont fini par se recouvrir du moiré pâle rouge et vert; dans celle de 11″, le rouge et le vert des petits anneaux ont peu à peu fait place à d'autres teintes; enfin une calotte, dont la durée a été de 10″, a présenté, en approchant de sa rupture, le moiré pâle sans petits anneaux.

2° Dans une atmosphère desséchée au moyen de l'acide sulfurique. Cent calottes, dont les durées ont varié d'une fraction de seconde à 12″, sont restées complétement blanches.

Glycérine de Price, dans une atmosphère desséchée. Cent calottes produites à la manière ordinaire, toutes demeurant incolores, mais ne persistant au maximum que 2″. On en obtient de plus durables en en formant rapidement les unes sous les autres plusieurs petites, qui se confondent en une seule à laquelle on donne sans peine le diamètre requis; quarante calottes ont été engendrées par ce procédé, et sur l'une d'elles qui a persisté 80″, on a distingué après 46″ le petit système d'anneaux.

Acide sulfurique, dans une atmosphère desséchée. Cent calottes d'une fraction de seconde à 28″, dont six, de 3″ à 8″, offrent, après des intervalles de 2″ à 5″, le petit système d'anneaux; dans l'une de celles-ci, les petits anneaux ont fini par devenir pourpres et bleus.

Acide azotique, dans une atmosphère saturée de sa vapeur. Cent calottes d'une fraction de seconde à 4″, toutes demeurant incolores.

Ammoniaque, dans une atmosphère saturée de sa vapeur. Cent calottes d'une fraction de seconde à 4″, toutes demeurant incolores.

Solution saturée d'acide tartrique, dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Quatre-vingt-dix calottes d'une fraction de seconde à 142″, toutes demeurant incolores.

Solution saturée d'azotate de potasse [1], dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Cent calottes d'une fraction de seconde à 6″, toutes demeurant incolores.

Solution saturée de carbonate de soude [2]. 1° Dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Cent calottes d'une fraction de seconde à 26″, dont cinq avec le petit système d'anneaux après des intervalles de 3″ à 9″.

2° Dans une atmosphère desséchée par du chlorure de calcium. Cent calottes d'une fraction de seconde à 30″, une de 58″, toutes demeurant incolores.

Solution saturée de chlorure de calcium. Comme ce liquide ne tendait probablement ni à émettre, ni à absorber de vapeur aqueuse, on l'essaie en laissant le bocal ouvert. Soixante-dix calottes de 1″ à 229″, dont cinq de 116″ à 229″, ont montré, après des intervalles de 100″ à 150″, le moiré pâle rose et vert, sans le petit système d'anneaux; les durées de celles qui sont demeurées incolores, ont été de 1″ à 148″.

Je dois dire ici que, pour quelques-uns de ces liquides, pour l'acide sulfurique, par exemple, les calottes beaucoup moindres, comme de 3ᵐᵐ à 4ᵐᵐ, persistant souvent beaucoup plus longtemps, finissent par se colorer.

§ 21. — Agissons de même à l'égard de la deuxième catégorie.

Huile d'olive, dans le bocal ouvert. Les calottes persistent, au maximum, 0″,7; toutes, après un intervalle si court que l'existence en est douteuse, manifestent des couleurs : on voit descendre jusqu'à la base, et très-rapidement, des anneaux rouges et verts suivis d'anneaux bleus et pourpres, puis d'un anneau orangé, puis d'un jaune, lequel laisse dans son intérieur un espace blanc; cet espace se fonce, devient d'un gris bleuâtre, et envahit pres-

[1] Le sel avait été purifié par une seconde cristallisation.
[2] Même observation.



que toute la calotte; enfin le sommet s'assombrit encore, et la calotte éclate. Les teintes sont donc rangées de manière à indiquer une épaisseur décroissante de la base au sommet des calottes, disposition que nous nommerons directe.

Huile d'amande douce, dans le bocal ouvert. Durée maxima 0″,2; phénomènes analogues, mais plus difficiles à observer, à cause du peu de persistance; on peut cependant s'assurer que les teintes sont également directes.

Acide lactique. Ce liquide absorbant l'humidité de l'air, on l'essaie dans une atmosphère desséchée par du chlorure de calcium. Durée de 1″ à 18″; après un intervalle très-court, mais appréciable, phénomènes analogues à ceux de l'huile d'olive; seulement le temps de la descente des anneaux est de 1″ à 2″, après quoi la calotte entière est blanche, puis passe au gris légèrement bleuâtre en commençant par le sommet, etc.; les teintes ont donc encore la disposition directe.

Le même liquide essayé dans le bocal ouvert, n'a donné que des calottes de 0″,6 au maximum, et toutes ont montré les teintes dans la disposition inverse [1], d'où il suit que, dans ces calottes, l'épaisseur allait en croissant de la base au sommet.

Acide acétique cristallisable. 1° Dans une atmosphère saturée de sa vapeur, procédé des secousses dans un flacon. Durée maxima 0″,8; toutes les calottes, après une phase blanche très-courte, se montrent colorées, la plupart en anneaux horizontaux, et offrant les teintes directes.

2° Dans le bocal ouvert. Durée d'une fraction de seconde à 2′; phase incolore extrêmement courte, puis subitement teintes inverses nettement accusées, depuis le blanc du premier ordre à la base, jusqu'au rouge et au vert des derniers ordres au sommet; ces teintes persistent sans se modifier, et sans descendre ni monter; seulement les anneaux supérieurs éprouvent des trépidations.

Essence de térébenthine. 1° Procédé des secousses dans un flacon. Durée d'une fraction de seconde à 6″; toutes les calottes sont colorées dès leur formation, et, dans preque toutes celles où la disposition est régulière, les teintes sont directes et descendent très-vite; dans quelques-unes on a observé

[1] Ce liquide, tel qu'il m'avait été fourni, était peu visqueux, et devait conséquemment renfermer de l'eau; on l'a concentré en le chauffant au bain-marie pendant plusieurs heures.



le gris bleuâtre sur toute la surface, parfois seul, parfois succédant à la descente d'autres couleurs; sur un grand nombre, une seule a présenté la disposition inverse.

2° Dans le bocal ouvert. Durée de 12″ à 4′; dès l'instant de la formation, teintes inverses, comme pour les acides lactique et acétique dans les mêmes circonstances; mais, après un temps qui varie de 4″ à 30″, on voit se produire un phénomène singulier : tout le système d'anneaux se relève rapidement d'un côté en s'abaissant de l'autre, de façon à ne plus constituer que des demi-anneaux verticaux, ayant leur centre commun au niveau du liquide; en même temps les anneaux colorés les plus éloignés de ce centre se resserrent de telle sorte que leur système occupe moins de la moitié de la calotte, dont tout le reste est alors blanc du premier ordre, et les choses demeurent en cet état jusqu'à la rupture.

Alcool. 1° Procédé des secousses dans un flacon. Durée maxima 1″,3; toutes les calottes sont colorées, après une phase blanche très-courte; dans celles à anneaux horizontaux, les teintes sont directes.

2° Dans le bocal ouvert. Durée d'une fraction de seconde à 10″; après une phase incolore extrêmement courte, teintes inverses subites, et ne changeant pas, comme pour les deux liquides précédents dans la même condition.

Benzine [1] *et liqueur des Hollandais.* 1° Procédé des secousses dans un flacon. Pour chacun de ces deux liquides, durée maxima 1″; après une phase blanche plus longue, et quelquefois beaucoup, que la phase colorée, la plupart des calottes offrent des anneaux, et les teintes de ces derniers sont presque toujours directes.

2° Dans le bocal ouvert. Toutes les calottes sont incolores; pour la benzine, elles éclatent à l'instant ou presque à l'instant de leur formation, et, pour la liqueur des Hollandais, elles ont une durée maxima de 0″,6.

Chloroforme et éther sulfurique. 1° Procédé des secousses dans un flacon. Durée maxima 1″; presque toutes incolores, les régulièrement colorées extrêmement rares, et offrant tantôt la disposition directe, tantôt la disposition inverse; phase blanche plus longue que la phase colorée.

[1] C'était de la benzine à fort peu près pure, préparée par M. Donny.

2° Dans le bocal ouvert. Toutes incolores; pour le chloroforme, éclatant à l'instant de leur formation; pour l'éther, persistant au maximum 0″,4.

Sulfure de carbone. On n'obtient jamais de couleurs, du moins aux températures ordinaires. Dans le flacon, la durée maxima est de 0″,8; dans le bocal ouvert, toutes les calottes éclatent à l'instant de leur formation.

On comprendra nettement plus loin pourquoi, malgré l'absence de coloration, j'ai rangé ce liquide dans la deuxième catégorie. On voit, d'ailleurs, qu'il appartient à celle-ci par la courte persistance; dans le bocal ouvert, il se comporte comme le chloroforme, et l'on admettra sans peine que, dans le flacon, l'absence des couleurs tient au peu de durée des calottes, qui éclatent avant la fin de la petite phase blanche.

§ 22. Passons à la troisième catégorie.

Solution de savon de Marseille [1], dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Les calottes demeurent d'abord incolores pendant un intervalle de 6″ à 20″, puis se recouvrent d'un moiré extrêmement pâle rouge et vert, qu'on voit quelquefois naître au sommet; ce moiré se fonce, et alors on reconnaît qu'il est formé de trois larges zones, dans chacune desquelles l'une des deux couleurs domine sous la forme de têtards; ceux-ci ont un mouvement ascensionnel, et changent de teinte en passant d'une zone à une autre; les couleurs dominantes des zones, toujours dues à des têtards qui montent, varient ensuite, et indiquent la disposition directe. Après un temps de 3′ à 20′ à partir de la formation de la calotte, on voit apparaître, au sommet, une petite tache noire qui s'entoure de blanc, grandit très-lentement et finit, après un intervalle d'une demi-heure à deux heures, par envahir toute la calotte; celle-ci persiste alors en cet état, et sa durée totale est de plusieurs heures; des calottes ont persisté au delà de vingt-quatre heures, avec une particularité dont nous parlerons plus loin.

Dans le bocal toujours fermé, mais sans eau au fond ni sur les parois, les calottes ne durent que 4′ à 5′, et la tache noire n'atteint, au maximum, que 5^{mm} de diamètre.

[1] Ce liquide a été préparé en dissolvant, à une chaleur modérée, une partie de savon dans 40 parties d'eau distillée, filtrant la solution après refroidissement, et la reversant dans le filtre jusqu'à ce qu'on l'obtint limpide. Il faut l'employer le jour même de sa préparation; dès le lendemain, elle est déjà plus ou moins altérée.

Solution de savon mou de ménage [1], dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Phase incolore de 5″ à 14″; les phénomènes ultérieurs n'ont été suivis que sur une seule calotte; elle s'est d'abord comportée sensiblement comme celles de savon de Marseille, jusqu'à ce qu'elle fût devenue entièrement noire; mais, en l'observant une heure et demie plus tard, on a constaté avec surprise qu'elle était de nouveau incolore, avec quelques points jaunes, et n'offrait plus qu'une tache noire très-petite. Elle a éclaté peu de temps après, et avait persisté au delà de trois heures.

Solution de savon de colophane à base de potasse [2], dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Les calottes présentent une particularité exceptionnelle dans cette catégorie : elles n'ont pas de phase incolore; dès leur apparition, elles sont couvertes d'anneaux rouges et verts qui, peu de temps après, se transforment en un moiré général des mêmes couleurs; un peu plus tard, ce moiré prend d'autres nuances, ou fait place à une teinte uniforme vert jaunâtre pointillée de bleu. Sur plusieurs calottes, 10′ à 30′ après

[1] Elle a été préparée comme celle de savon de Marseille, avec cette différence qu'elle contenait une partie de savon pour 30 parties d'eau; j'ai cru nécessaire d'employer cette proportion un peu plus forte, à cause de la grande humidité du savon mou.

Ce savon, de qualité très-inférieure, étant sans doute assez impur, la solution, bien que rendue parfaitement limpide par filtration, ne tarde pas à se ternir à sa surface, où vient probablement se rassembler quelque substance étrangère; il faut donc, avant de s'en servir, en enlever les couches supérieures au moyen d'une cuiller, ou recueillir, avec un siphon, le liquide sous-jacent.

[2] Ce savon ne se trouvant pas, je pense, dans le commerce, on l'a préparé en dissolvant, à chaud, de la colophane en poudre fine dans une solution de potasse caustique formée d'une partie de potasse solide et de 20 parties d'eau distillée. Pour avoir un liquide neutre, on a continué à ajouter de la colophane jusqu'à ce qu'il en restât un dépôt notable au fond; par le refroidissement, il s'est précipité une quantité considérable de savon non dissous; on a ajouté alors à l'ensemble la moitié de son volume d'eau distillée, on a chauffé de nouveau, puis on a abandonné le mélange à lui-même jusqu'au lendemain, après quoi on a décanté. Ce liquide a donné, avec la pipe, des bulles dont le diamètre maximum était de 18 centimètres.

Je dois ajouter qu'une nouvelle préparation, effectuée avec un autre échantillon de colophane, m'a donné des résultats différents : la solution, au lieu de laisser déposer, par le refroidissement, du savon non dissous, s'est prise en gelée, et l'addition d'eau y a déterminé un abondant précipité; on a fait disparaître complétement celui-ci en dissolvant dans le liquide quelques petits fragments de potasse; mais, avec la solution ainsi obtenue, le diamètre maximum des bulles n'était que de 12 centimètres. Je me suis donc contenté des essais de calottes faits en employant la première solution.

leur formation, une tache noire apparait au sommet, grandit assez rapidement, et envahit la totalité ou la presque totalité de la calotte. Durée maxima une heure.

Solution de saponine [1], idem. Phase incolore de 25′ à 40′, puis apparition d'un moiré général rouge et vert, dans lequel on voit quelquefois, plus tard, un peu de pourpre et de bleu. Durée maxima douze heures.

Solution d'albumine [2], idem. Phase incolore de plusieurs heures, puis apparition d'un moiré général rouge et vert. La calotte persiste ensuite dans le même état, et sa durée totale peut comprendre plusieurs jours.

Solution d'acétate de peroxyde de fer, idem. La plupart des calottes manifestent un phénomène bizarre : après une phase incolore de 15″ à 30″, on voit naître, à la base de la calotte, des anneaux rouges et verts qui bientôt se convertissent en un moiré des mêmes couleurs; ce moiré s'étend graduellement à plus ou moins de hauteur, pâlit, et disparait pour donner lieu à une seconde phase incolore; à celle-ci succède, une demi-heure environ après la formation de la calotte, un nouveau moiré rouge et vert qui se montre partout à la fois, et qui, lorsque la calotte persiste assez longtemps, prend ensuite d'autres teintes. Ces calottes peuvent se maintenir au delà de vingt-quatre heures. Pour quelques autres, il n'y a qu'une seule phase incolore, mais qui peut atteindre une heure.

§ 23. — Restent les deux liquides intermédiaires mentionnés à la fin du § 19.

Solution d'une partie de gomme arabique dans 10 parties d'eau. — Cette solution ne donne pas de bulles avec la pipe. On a fait, dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, onze calottes, parmi lesquelles sept, dont les

[1] Une partie environ de saponine dans 100 parties d'eau distillée. Je dis environ, parce qu'une circonstance m'a empêché de connaître la proportion exacte. Cette solution donnait, avec la pipe, des bulles de 12 centimètres de diamètre maximum.

Avec d'autres échantillons de saponine, j'ai dû, pour obtenir ces grosses bulles, employer une proportion d'eau un peu moindre. Il faut avoir soin d'amener le liquide, par des filtrations, à l'état de limpidité parfaite; un trouble léger amoindrit considérablement les bulles.

[2] Pour préparer cette solution, on a simplement battu des blancs d'œufs frais en neige, puis on a attendu que cette neige eût reformé du liquide en quantité suffisante; enfin on a ajouté à celui-ci $\frac{1}{10}$ de son volume d'eau distillée. Ce mélange donne, avec la pipe, des bulles de 13 centimètres de diamètre maximum.

durées ont été de 20″ à 60″, sont restées incolores jusqu'à leur rupture; sur deux autres, qui ont duré 1′ environ, il y a eu, après une phase incolore de 20″, apparition, au sommet, d'un peu de moiré rouge et vert demeurant dans le même état; mais deux ont persisté respectivement seize heures et vingt et une heures, et se sont couvertes en totalité, après de longues phases incolores, d'un moiré rouge et vert qui, plus tard, a passé au jaune, pourpre et bleu. Enfin ce liquide fournit une mousse assez abondante, et extrêmement durable.

Parmi les calottes, on le voit, la plupart se comportent comme celles de la première catégorie, mais quelques-unes comme celles de la troisième; l'abondance et la persistance de la mousse appartiennent à la troisième catégorie, et la non-formation des bulles à la première.

La solution dont il s'agit constitue l'un des liquides exceptionnels auxquels j'ai fait allusion dans le § 2, comme fournissant une mousse volumineuse et persistante, et ne se laissant cependant pas gonfler en bulles.

Solution de colophane dans l'huile d'olive [1], dans le bocal ouvert. Après une phase incolore très-courte, toutes les calottes manifestent des phénomènes de coloration pareils à ceux de l'huile d'olive pure (§ 21), seulement ils sont moins rapides; la durée des calottes est très-variable, et peut atteindre 2′,5. Ces faits sont de la deuxième catégorie; mais, à l'orifice de la pipe, on obtient des bulles de 3,5 centimètres au maximum, ce qui est une tendance vers la troisième.

Avec plusieurs autres liquides encore, tels que des solutions saturées ou convenablement concentrées de borates neutres de soude et de potasse, de perchlorure de fer, de chlorure d'or, etc., on obtient de petites bulles de 3 à 4 centimètres, et, si l'on examinait ces liquides au point de vue de leurs calottes, on trouverait, sans doute, qu'ils appartiennent aussi à des catégories intermédiaires, ou, tout au moins, qu'ils sont à la limite de l'une des trois catégories principales.

[1] On n'a pas mesuré la proportion de colophane; seulement on a constaté qu'elle ne devait pas dépasser une certaine limite, sans doute parce qu'alors le liquide est trop visqueux. La solution a été préparée à chaud, puis, après refroidissement, filtrée à travers un papier suffisamment perméable.

§ 24. — Bien que les expériences dont les résultats sont rapportés dans les quatre paragraphes précédents aient été effectuées sur des lames de petites dimensions, elles nous ont révélé des faits très-remarquables, tels qu'une partie des caractères qui distinguent nos trois catégories, la grande influence des atmosphères dans lesquelles les lames sont produites, l'inversion des teintes sur les calottes de la plupart des liquides de la deuxième catégorie, etc., et plusieurs de ces faits jettent, on le verra, un grand jour sur la question que j'essaie de résoudre dans la série actuelle.

Considérons une calotte au moment où elle vient d'être développée, et cherchons ce qui doit s'y passer. Nous savons que le liquide, entraîné par la pesanteur, descend de tous les côtés autour du sommet, d'où résulte un amincissement progressif de la lame; mais nous allons examiner de plus près comment s'opère cet amincissement.

Pour simplifier, portons d'abord notre attention sur l'une des deux faces de la lame, sur la face convexe, par exemple, et concevons-la partagée en anneaux moléculaires horizontaux, depuis le sommet jusqu'à la base. Tous ces anneaux descendent, et conséquemment chacun d'eux va en augmentant toujours de diamètre, ce qui exige que ses molécules s'écartent davantage et que d'autres molécules, appartenant à la couche sous-jacente, viennent se loger dans les interstices pour rétablir un arrangement uniforme. La même chose doit s'entendre de la face concave, et il est clair, en outre, que des mouvements moléculaires analogues se produisent dans l'épaisseur même de la lame. C'est évidemment au sommet et dans son voisinage que les phénomènes dont il s'agit sont le plus prononcés; c'est là que les écarts des molécules sont surtout considérables et que, par suite, l'appel du liquide intérieur est le plus abondant.

Si donc la cause que je viens de signaler agissait seule, l'amincissement serait toujours le plus rapide au sommet et dans ses environs, et la lame présenterait toujours une épaisseur décroissante à partir de la base. Mais, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer (7me série, § 12), ces inégalités d'épaisseur donnent elles-mêmes naissance à une seconde cause, qui tend à les effacer, ou au moins à les diminuer; en effet, les portions plus épaisses étant plus pesantes, surmontent plus aisément les résistances de frottement qui

s'opposent à leur descente, et celle-ci doit conséquemment être accélérée du sommet à la base ; or, par suite de cette accélération, les molécules vont en s'écartant de plus en plus dans le sens méridien, à partir du sommet, d'où résulte un appel de liquide intérieur de plus en plus abondant jusqu'à la base, et l'accroissement de ce dernier appel doit compenser, en tout ou en partie, le décroissement de celui qui provient de la première cause.

Enfin une dernière cause s'ajoute à la seconde : c'est que, plus on se rapproche de la base, plus est rapide la pente sur laquelle glisse le liquide.

Si la première des trois causes prédomine, la lame présentera nécessairement une épaisseur décroissante de la base au sommet; s'il arrive que cette première cause soit contre-balancée par l'ensemble des deux autres, l'épaisseur de la lame deviendra uniforme, et continuera ensuite à s'amoindrir également partout; enfin si l'ensemble des deux dernières causes l'emporte, l'épaisseur sera croissante de la base au sommet; or nous avons vu ces trois cas se réaliser :

En effet, le premier s'est montré, immédiatement ou peu de temps après le développement de la lame, dans les calottes de tous les liquides de la deuxième catégorie, sauf, bien entendu, celles de sulfure de carbone; il s'est montré sans doute aussi dans celles de savon de colophane, quoiqu'on n'ait pu le déduire nettement des teintes des anneaux ; enfin il s'est montré encore, après la longue phase blanche, dans les calottes de savon de Marseille. Le phénomène se produit probablement, dans les autres calottes de la troisième catégorie, pendant la phase blanche, et dans toutes celles de la première; mais l'absence de couleurs ne permet pas d'en acquérir la certitude.

Le second cas a suivi le premier dans les calottes d'huile d'olive, d'huile d'amande douce et d'acide lactique, puisque, en approchant de la rupture, la totalité ou la presque totalité de leur surface présentait le blanc du premier ordre ou le gris bleuâtre qui précède le noir. Quelques calottes d'essence de térébenthine ont offert un résultat analogue; dans celles de savon de colophane, le moiré fin rouge et vert qui a succédé aux anneaux peut être regardé comme à peu près équivalent à une teinte uniforme, car la moyenne des épaisseurs des petites portions rouges et vertes juxtaposées est sans doute la même sur toute l'étendue de la calotte; et ceci doit s'entendre, à plus forte

raison, du moiré semblable qui apparait après la phase blanche dans d'autres calottes de la troisième catégorie et dans quelques-unes de celles de la première, moiré qui ordinairement nait partout à la fois.

Enfin le troisième cas est celui des calottes de la deuxième catégorie sur lesquelles les teintes ont pris la disposition inverse.

§ 25. — Insistons un moment sur ce troisième cas. Pour peu qu'on y réfléchisse, on comprendra que l'accélération de vitesse due à l'excès d'épaisseur des portions inférieures de la lame peut tout au plus effacer cette inégalité, et qu'un décroissement d'épaisseur du sommet à la base, décroissement qui donne l'inversion des teintes, doit nécessairement provenir des variations de la pente; c'est ce que prouve, en effet, une expérience simple :

Dans un tube de verre de 1,5 centimètre de diamètre et de 15 de longueur, fermé à une extrémité, on a introduit une petite quantité d'essence de térébenthine; puis, tenant ce tube incliné à environ 45°, on y a produit, par des secousses convenables, une lame transversale, lame conséquemment inclinée aussi, mais qui étant plane, présentait la même pente du haut jusqu'au bas. La lame ainsi placée ayant sa face inférieure tournée vers le liquide et sa face supérieure vers l'ouverture du tube, se trouvait, à l'égard de l'évaporation, sensiblement dans les mêmes conditions que les calottes du même liquide formées dans le bocal ouvert; or, tandis que ces dernières s'étaient nettement revêtues de teintes inverses (§ 21), la lame plane du tube a, dans tous les essais successifs, montré des teintes directes : au premier moment, ces teintes étaient, en partant de la bande inférieure, le bleu, l'indigo, le violet, l'orangé et le jaune, et celui-ci occupait plus de la moitié de la hauteur de la lame, puis on voyait naître immédiatement, vers le haut, du blanc qui s'étendait rapidement en refoulant les autres teintes, et envahissait la presque totalité de la lame.

§ 26. — Les calottes de la deuxième catégorie se colorent, on l'a vu, immédiatement ou après fort peu de temps, sur toute leur surface, et leurs teintes atteignent en un instant, soit au sommet, soit à la base, le jaune ou le blanc du premier ordre, et même quelquefois un gris voisin du noir; d'où il faut conclure que les lames de cette deuxième catégorie s'amincissent avec une extrême vitesse. Pour plusieurs liquides, il est vrai, c'est seulement dans

une partie des calottes que l'atténuation est poussée si loin; mais comme, à l'égard de ces liquides, la durée maxima n'excède guère 1″, on peut admettre que les calottes qui restent blanches sont formées de lames accidentellement plus épaisses, et revêtiraient bientôt toutes les teintes, si elles persistaient un peu plus longtemps. C'est, en effet, ce que nous avons observé dans les calottes de benzine, de liqueur des Hollandais, de chloroforme et d'éther, où la phase incolore approchait quelquefois de 1″. Je reviendrai d'ailleurs sur ce point.

Dans les calottes de la première catégorie, il n'y a jamais, on l'a vu aussi, coloration immédiate ou presque telle; la très-grande majorité restent blanches jusqu'à leur rupture, bien que, pour certains liquides, elles puissent durer au delà de 2′; sur les rares calottes où l'on observe des phénomènes de coloration, ces phénomènes se réduisent, en général, à un système minime d'anneaux occupant le sommet et conservant ses petites dimensions; enfin, dans le nombre de cas fort restreint où il y a coloration totale, celle-ci ne se montre qu'après plusieurs secondes, quelquefois après deux minutes. Il résulte évidemment de tout cela que les lames de la première catégorie s'amincissent, au contraire, très-lentement.

Dans les calottes de la troisième catégorie, il y a également, nous le savons encore, une phase blanche généralement longue, et la coloration qui se manifeste ensuite ne varie jamais avec rapidité. Il suit de là que, dans la troisième catégorie, comme dans la première, l'amincissement des lames est fort lent. A la vérité, par exception, les calottes de la solution de savon de colophane n'ont pas de phase incolore, et sont d'abord couvertes d'anneaux rouges et verts; mais elles peuvent persister une heure, en changeant progressivement d'aspect.

Faut-il attribuer à la viscosité, telle qu'on l'entend, cette grande différence dans la vitesse d'amincissement des lames entre la deuxième catégorie et les deux autres? Nullement, car les huiles grasses et l'acide lactique, qui appartiennent à la deuxième catégorie, sont des liquides beaucoup plus visqueux que la plupart de ceux de la première et de la troisième; l'essence de térébenthine, de la deuxième également, est plus visqueuse que l'eau, qui est de la première; enfin, si l'on en juge par certains faits, l'alcool, de la deuxième aussi, possède réellement, malgré l'apparence contraire, une viscosité un peu supérieure à celle de l'eau.

Or ce qui caractérise une lame, c'est l'étendue considérable des surfaces relativement au volume; force nous est donc de reconnaître ici une influence des faces de la lame, et de chercher la cause de la grande différence dont il s'agit dans une sorte de viscosité propre des couches superficielles, indépendante, ou à peu près, de la viscosité intérieure, et qui, très-faible dans les liquides de la deuxième catégorie, est, au contraire, très-forte dans ceux de la première et de la troisième.

M. Hagen avait déjà, on le sait (§ 7), émis une opinion analogue, et, il y a peu de temps, une idée du même genre encore a été avancée par M. Meunier [1]; on verra plus loin en quoi mon principe s'écarte de ceux de ces deux savants.

§ 27. — Ce principe admis, appliquons-le aux phénomènes. Prenons de nouveau une calotte au moment de sa génération, concevons encore ses deux faces partagées en anneaux moléculaires horizontaux qui descendent en s'élargissant, et considérons en particulier l'un d'eux à son départ du sommet. Il est clair que, pour un petit trajet effectué, les distances entre les molécules de cet anneau s'accroissent considérablement : par exemple, de la position où son diamètre est de $0^{mm},01$ à celle où il est de $0^{mm},1$, ces distances sont devenues décuples. On admettra, de plus, sans peine que les mouvements dont il s'agit ne s'exécutent pas avec une régularité mathématique, et qu'ainsi, dans un même anneau, les intervalles moléculaires ne demeurent pas absolument égaux entre eux. Cela posé, imaginons que quelque cause mette obstacle à la libre arrivée des molécules sous-jacentes dans les interstices; l'un ou l'autre de ceux-ci deviendra bientôt assez grand pour que l'attraction des molécules qu'il sépare ne puisse plus contre-balancer la tension; alors ces molécules entraîneront aisément leurs voisines plus intérieures, qui, elles aussi, subissent des écartements, la séparation s'approfondira de proche en proche, et la lame se déchirera en ce point. Or, dans les calottes de la première catégorie, les couches superficielles ont, d'après mon principe, une très-forte viscosité, les mouvements moléculaires y sont difficiles, et l'on comprend dès lors que, très-près du sommet de l'une ou de l'autre

[1] *Comptes rendus*, 1866, t. LXIII, p. 265.

des faces, un intervalle moléculaire agrandi peut n'avoir pas le temps d'être comblé avant que la tension, si elle est assez énergique, y détermine le déchirement ci-dessus. Telle est, selon moi, l'explication de la rupture de presque toutes les calottes de la première catégorie avant qu'on distingue sur elles aucune coloration.

Mais, on le comprend aussi, ce déchirement peut ne pas être complet; il peut ne provoquer qu'une atténuation locale, autour de laquelle les molécules prendront un arrangement régulier; on aura alors le système de petits anneaux au sommet. Ce système doit donc apparaître brusquement, ce qui est conforme à l'expérience, et il doit conserver ensuite sensiblement ses dimensions, la cause qui l'a fait naître ayant produit tout son effet, ce qui est également conforme à l'expérience. Mais rien n'empêche évidemment le reste de la lame de continuer à s'amincir par degrés, et, en effet, deux de nos calottes d'eau distillée qui avaient le petit système en question, ont offert, peu avant leur rupture, le moiré général.

Quant à la rupture définitive en présence de ce petit système, elle provient de ce que la portion exiguë de lame qui occupe le centre de celui-ci s'amincit ultérieurement et éprouve ainsi elle-même un déchirement qui, cette fois, est complet par suite de la minceur; ou bien de ce que la lamelle dont il s'agit s'atténue à tel point qu'elle ne peut plus résister aux trépidations venues de l'extérieur.

Si ces idées sont exactes, toute cause qui tendra à imprimer des mouvements irréguliers aux molécules des faces de la lame, devra favoriser le déchirement; or c'est ce que confirme une expérience curieuse : si l'on produit les calottes d'eau distillée dans une atmosphère saturée de vapeur d'alcool, vapeur dont l'absorption par la surface extérieure des lames doit nécessairement y occasionner des mouvements désordonnés, toutes éclatent à l'instant même de leur formation.

Mais pourquoi les calottes d'eau ne présentent-elles jamais le petit système d'anneaux quand on les développe dans une atmosphère desséchée? C'est que, sans doute, lorsqu'un déchirement tend à se produire avec assez peu de force pour ne donner lieu qu'à ce petit système, les molécules extérieures dont l'écartement aurait amené le déchirement partiel, sont enlevées par

l'évaporation avant que le phénomène ait pu progresser; dans ce cas donc, les déchirements assez énergiques pour briser la lame sont les seuls qui s'accompliront.

Enfin comment se fait-il que les calottes d'eau, qui ont persisté aussi longtemps dans une atmosphère desséchée que dans une atmosphère humide, n'aient jamais, dans la première, présenté le moiré général, bien que l'évaporation dût, semble-t-il, activer l'amincissement? Essayons de rendre raison de cette singularité. Chacune des deux couches superficielles ayant l'une de ses faces libre dans l'air, les molécules qui occupent cette face éprouvent beaucoup moins de résistance dans leurs mouvements que celles plus profondément situées dans la même couche; ces molécules doivent conséquemment descendre avec moins de lenteur, et communiquer une partie de leur petit excès de vitesse aux molécules sous-jacentes; dès lors l'évaporation, en enlevant incessamment les molécules de la face extérieure de la calotte, empêche cette communication de vitesse, et retarde ainsi la descente. Si donc l'évaporation tend à accélérer l'amincissement en soustrayant de la matière à la lame, elle tend en même temps à le ralentir en ralentissant la descente, et l'on comprend que le second effet peut l'emporter sur le premier. Nous verrons bientôt cette conjecture appuyée.

On voit maintenant pourquoi il est impossible de gonfler des bulles avec les liquides de la première catégorie : c'est que la lame ne peut s'étendre sous l'action du souffle sans que les molécules de ses deux faces s'écartent continuellement pour appeler dans leurs interstices des molécules plus intérieures, ce qui donne lieu à des chances multipliées de déchirement.

Souvent même la lame plane qu'on puise avec l'orifice de la pipe, éclate avant qu'on ait eu le temps de commencer à souffler. C'est que cette lame est attachée au pourtour de l'orifice par l'intermédiaire d'une petite masse à courbures transversales concaves extrêmement fortes, et que celle-ci, en vertu de ces fortes courbures, attire puissamment à elle le liquide de la lame (6me série, § 41); or de là résultent, surtout dans le voisinage du pourtour, de grands mouvements moléculaires qui, à cause encore de la liberté relative des molécules des deux faces extrêmes, déterminent, dans ces dernières, des écarts considérables avec appel du liquide intérieur.

Enfin c'est par la même raison que les liquides dont il s'agit ne donnent jamais de mousse abondante et persistante, chacune des lamelles dont l'ensemble compose la mousse étant également attachée aux lamelles environnantes par l'intermédiaire de petites masses à très-fortes courbures concaves.

Remarquons ici, en passant, que nos calottes sont garnies aussi, à leur base, d'une petite masse du même genre, dont la succion contribue à l'amincissement de la lame; mais je n'en ai pas tenu compte, parce que ses courbures concaves, bien qu'assez prononcées, le sont cependant beaucoup moins que dans les cas ci-dessus.

§ 28. — Dans les lames de la deuxième catégorie, les déchirements par les causes que j'ai signalées doivent être infiniment plus rares; ici, en effet, d'après mon principe, la mobilité moléculaire des couches superficielles est très-grande, et conséquemment il y a peu d'obstacle à l'arrivée des molécules intérieures dans les interstices agrandis des extérieures. Aussi avons-nous vu les lames de cette catégorie atteindre rapidement une extrême ténuité, soit dans toute l'étendue d'une même calotte, soit surtout au sommet ou à la base. Si les lames se brisent ensuite, c'est sans doute sous l'influence des petites vibrations propagées par le sol, et l'on comprend que les lames des différents liquides doivent résister inégalement à cette cause accidentelle de rupture; ainsi, tandis que les calottes d'huile d'amande douce ne persistent au maximum que 0″,2, celles d'acide lactique peuvent durer 18″, et celles d'essence de térébenthine 6″ dans le flacon, et jusqu'à 4′ dans le bocal ouvert.

Cette atténuation si rapide nous apprend pourquoi l'on ne parvient pas non plus à gonfler des bulles avec les liquides dont il s'agit : quand on a puisé une lame plane dans l'orifice de la pipe, la succion opérée par la petite masse qui règne le long du pourtour, et la descente du liquide due à ce qu'on ne tient pas l'orifice parfaitement horizontal, rendent presque instantanément cette lame si mince qu'elle éclate souvent par les petits mouvements inévitables de la main, avant qu'on ait pu porter le tube à la bouche; et lorsque cela n'arrive pas, l'extension naissante de la lame par l'insufflation, et la descente du liquide vers le point le plus bas, amènent bientôt le même effet. Ces considérations s'appliquent également à la mousse.

Cependant on conçoit qu'il peut y avoir des liquides à couches superficielles très-mobiles, mais tels que leurs lames, même fort atténuées, aient encore assez de cohésion pour résister plus ou moins aux causes de rupture ci-dessus; ces liquides se laisseront gonfler en bulles de quelques centimètres de diamètre, et c'est ce dont la solution de colophane dans l'huile d'olive nous a offert un exemple (§ 23).

§ 29. — Le phénomène de l'inversion des teintes est également lié au peu de viscosité des couches superficielles, puisqu'il ne se manifeste qu'avec les liquides de la deuxième catégorie; et, en effet, pour que l'amincissement puisse s'opérer plus vite dans le bas d'une calotte que dans le haut, il faut que la portion inférieure de l'une au moins des deux couches superficielles n'entraîne pas la portion supérieure, il faut qu'il y ait une sorte d'indépendance entre ces deux portions, indépendance qui exige évidemment une grande mobilité moléculaire dans les couches en question. On comprend, de plus, que les causes qui peuvent apporter du trouble dans les molécules superficielles, favoriseront cette indépendance en dérangeant la liaison des différents points d'une même couche; c'est ainsi que l'absorption de l'humidité dans les calottes d'acide lactique, et l'évaporation dans celles d'acide acétique, d'essence de térébenthine et d'alcool, déterminent l'inversion des teintes.

Je ferai remarquer ici que ces causes de trouble provoquent encore le phénomène de l'inversion lors même qu'elles sont extrêmement peu intenses: par exemple, on a produit des calottes d'acide acétique et d'essence de térébenthine dans le bocal fermé, en employant toutes les précautions indiquées au § 18; pour l'essence de térébenthine, on avait même introduit dans le bas du tube de la ouate imbibée du même liquide, afin de saturer l'air amené par le souffle; dans ces circonstances, l'atmosphère intérieure devait être à fort peu près saturée, de sorte que l'évaporation était nécessairement bien faible, et cependant les teintes ont été nettement inverses. Dans ces mêmes conditions, les calottes d'acide acétique les moins durables n'avaient que du rouge et du vert à la base, ce qui montre bien que le développement des teintes inverses provient de ce que le bas de la lame commence par s'amincir plus vite que le haut.

Mais l'amincissement d'abord si rapide dans le bas, ne doit pas tarder à se ralentir, par la diminution même de l'épaisseur de cette portion de la lame, et bientôt la perte qu'éprouve cette même portion par la descente de son liquide et par l'évaporation, doit se trouver exactement compensée par le liquide qui arrive des portions supérieures; à partir de ce moment, les anneaux inférieurs doivent donc paraître stationnaires dans leurs teintes et dans leurs positions, ce que nous avons effectivement constaté, on l'a vu, dans les calottes qui persistent assez longtemps.

J'ai essayé (§ 27) de faire comprendre que l'évaporation pouvait ralentir l'amincissement; or c'est ce que confirment nos expériences sur les calottes à teintes inverses : j'ai dit, plus haut, que l'acide acétique et l'essence de térébenthine donnaient encore de semblables calottes dans une atmosphère à très-peu près saturée et lorsque, par conséquent, l'évaporation était considérablement réduite; or les durées maxima respectives ont été alors 0″,4 et 2′, tandis que, dans le bocal ouvert, c'est-à-dire avec une évaporation libre, les durées maxima respectives se sont élevées à 2′ et à 4′.

Quant à la chute latérale du système des anneaux dans les calottes à teintes inverses d'essence de térébenthine, on peut, je pense, l'expliquer en assimilant ce qu'il y a d'excédant en épaisseur dans la portion supérieure de la calotte, à une seconde calotte de moindre base posée sur la première; cette seconde calotte se trouve, en effet, dans un état d'équilibre instable, et les petites causes étrangères doivent la faire glisser de côté. Seulement il est singulier que les calottes d'alcool produites dans le bocal ouvert, calottes qui, nous le savons, ont aussi les teintes inverses et persistent assez longtemps, ne présentent pas le même phénomène.

§ 30. — Un fait plus obscur que l'inversion des teintes, c'est la rupture spontanée, avant la fin de la phase blanche, de la grande majorité des calottes de chloroforme et d'éther, et de toutes celles de sulfure de carbone. Ce phénomène paraît dépendre non de l'évaporation elle-même, puisqu'il se produit dans l'atmosphère aussi saturée que possible du flacon, mais plutôt de la grande tendance des liquides ci-dessus à s'évaporer. En effet, si l'on range tous nos liquides volatils de la deuxième catégorie d'après l'ordre croissant de leurs volatilités respectives, on a la série suivante : 1° l'acide acétique et

l'essence de térébenthine; 2° l'alcool; 3° la benzine et la liqueur des Hollandais; 4° le chloroforme; 5° l'éther; 6° le sulfure de carbone [1]; or nous avons vu que, dans le flacon : 1° toutes les calottes d'acide acétique, d'essence de térébenthine et d'alcool se sont colorées soit sans phase blanche, soit après une phase blanche très-courte; 2° toutes celles de benzine et de liqueur des Hollandais se sont de même colorées, mais après une phase blanche qui approchait quelquefois de 1'' et ne laissait alors à la phase colorée que la durée d'un éclair; 3° presque toutes celles de chloroforme et d'éther ont éclaté sans couleurs; 4° toutes celles de sulfure de carbone ont éclaté de cette manière; d'où l'on peut inférer que la disposition à éclater pendant la phase blanche croît avec la disposition à s'évaporer.

L'alcool employé dans ces expériences était l'alcool du commerce; j'ai voulu savoir ce que donnerait l'alcool absolu, qui se place, quant à sa volatilité, entre le précédent et le couple benzine et liqueur des Hollandais; or, dans le flacon, beaucoup de ses calottes éclatent incolores; il se trouve donc, sous ce point de vue, entre le couple ci-dessus et le couple chloroforme et éther, et constitue ainsi une légère anomalie; mais je ne pense pas que celle-ci suffise pour empêcher d'admettre d'une manière générale l'influence de la volatilité.

Maintenant comment la simple tendance à se volatiliser peut-elle occasionner la rupture? N'est-il pas permis de croire que si, dans une atmosphère libre, les liquides en question perdent avec tant de facilité leurs molécules superficielles par l'évaporation, c'est que ces molécules ont fort peu de cohérence entre elles? Dans cette hypothèse, on comprend qu'il faut peu de chose pour amener un déchirement malgré la mobilité des couches superficielles; alors aussi une cause de trouble dans les molécules extérieures, l'évaporation, par exemple, favorisera ce déchirement, et nous avons vu, en effet, que, dans le bocal ouvert, les calottes de benzine, de liqueur des Hollandais, de chloroforme, d'éther et de sulfure de carbone éclatent à l'instant de leur formation, ou persistent à peine au delà d'une demi-seconde.

[1] Pour comparer sous ce point de vue les liquides dont il s'agit, on en a rempli exactement une suite de verres de montre identiques placés à distance les uns des autres sur l'appui extérieur d'une fenêtre au nord, par une température de 18°, et on les a observés de temps en temps afin de constater leurs diminutions respectives.

Enfin je me suis dit que si la volatilité exerçait réellement une influence si prononcée sur les calottes de ces liquides, les phénomènes qu'elles présentent devaient se modifier si l'on diminuait la volatilité par un grand abaissement de la température. Or c'est ce que l'expérience a confirmé : des flacons renfermant respectivement du chloroforme, de l'éther et du sulfure de carbone ont été exposés pendant deux heures à l'extérieur, par une température de - 4°, puis on y a fait, toujours à l'extérieur, l'essai des calottes. Dans ces conditions, les durées n'ont augmenté qu'un peu, mais les calottes colorées de chloroforme et d'éther ont été bien plus fréquentes, et le sulfure de carbone a donné un assez grand nombre de calottes vivement teintées; enfin les phases blanches précédant les couleurs se sont de beaucoup raccourcies. Ce dernier fait paraît indiquer que, même dans le flacon où l'on a pris toutes les précautions pour saturer l'atmosphère intérieure, la saturation n'est pas absolument complète, de sorte que les calottes subissent toujours une minime évaporation; dès lors, en effet, on comprend qu'une température très-basse amoindrissant encore ce petit reste d'évaporation, accélère un peu l'amincissement (§ précédent), et, par suite, raccourcit la phase blanche.

On voit actuellement que le sulfure de carbone, qui, aux températures ordinaires, ne manifeste jamais de coloration, devait cependant être placé, comme je l'ai fait, dans la deuxième catégorie.

§ 31. — Arrivons enfin à la troisième catégorie, c'est-à-dire à la plus importante, à celle des liquides qui se laissent gonfler en bulles. Ici, comme dans la première catégorie, les couches superficielles ont peu de mobilité moléculaire, et l'amincissement s'effectue avec lenteur; mais les déchirements sont rares, puisque, malgré la descente du liquide et l'action du souffle, les lames persistent et peuvent recevoir une grande extension. Si l'on admet les idées exposées au § 27, on en conclura que, dans les liquides de la catégorie actuelle, la tension est insuffisante pour produire les déchirements, et c'est ce que vient appuyer la comparaison des tensions respectives de l'eau et de notre solution de savon de Marseille : la tension d'une lame d'eau à la température ordinaire, est, d'après M. Dupré, 14,6, et celle d'une lame de la solution de savon n'est, d'après le même savant, qui a bien voulu la déterminer pour moi, que 5,64, c'est-à-dire entre la moitié et le tiers de la précédente.

Cependant, pour qu'un liquide puisse s'étendre en bulles, il n'est pas indispensable que sa tension soit faible d'une manière absolue; il suffit qu'elle le soit relativement à la viscosité des couches superficielles, ou, en d'autres termes, que le rapport entre la viscosité superficielle et la tension soit assez grand. Par exemple, les tensions respectives des lames de la solution saturée de chlorure de calcium et de la solution d'albumine, tensions mesurées, à ma prière, par M. Van der Mensbrugghe [1], sont 11,06 et 11,42, c'est-à-dire à peu près égales et toutes deux assez fortes, et pourtant le premier de ces liquides ne donne pas de bulles, et, avec le second, on en obtient qui atteignent 13 centimètres de diamètre; mais comme, dans les calottes de chlorure de calcium qui se sont moirées (§ 20), la phase incolore n'a été, au maximum, que de 150″, et que, dans celles d'albumine (§ 22), elle a été de plusieurs heures, on voit que la viscosité superficielle de ce dernier liquide doit être regardée comme de beaucoup supérieure à celle du premier, et qu'ainsi le rapport entre cette viscosité et la tension est aussi beaucoup plus grand à l'égard du second liquide qu'à l'égard du premier.

Si l'on compare de même, au point de vue de leurs tensions et des visco-

[1] La plupart des tensions dont nous aurons à faire usage dans la suite de cette série, ont été évaluées par M. Van der Mensbrugghe, au moyen de deux procédés différents : le premier revient à celui de l'aréomètre de M. Dupré (§ 12); le second, qui est dû à M. Van der Mensbrugghe, présente cet avantage qu'il permet d'opérer sur une quantité extrêmement petite de liquide; voici en quoi il consiste essentiellement :

Un fil fin de coton est tendu horizontalement entre deux points fixes distants d'environ 12 centimètres. D'autre part, un tube en verre d'un décimètre de longueur et de 1^{mm} à peu près de diamètre extérieur, est garni, près de chacune de ses extrémités, d'un petit anneau en fil de fer mince, et soutient, par un fil de coton attaché en son milieu, un petit plateau en papier. Pour mesurer une tension, on mouille d'abord du liquide à essayer le fil horizontal, puis on transporte le tube sous celui-ci, de manière à le toucher par les deux petits anneaux; entre ce tube et le fil horizontal règne ainsi un espace étroit, qu'on remplit du même liquide avec un pinceau; après quoi on abandonne le tube, qui demeure suspendu par la tension des deux faces de la petite masse liquide. On verse alors doucement du sable fin sur le petit plateau, jusqu'à ce que le tube se détache. Enfin on pèse l'ensemble du tube, du plateau et du sable, et l'on divise le poids, exprimé en milligrammes, par la longueur comprise entre les deux petits anneaux; le quotient est la valeur, en milligrammes, de la tension, par millimètre, d'une lame du liquide.

M. Van der Mensbrugghe a mesuré plusieurs tensions par les deux procédés successivement, et toujours les résultats se sont trouvés sensiblement d'accord.

sités propres de leurs couches superficielles, la solution de savon et celle d'albumine, les valeurs ci-dessus montrent que la tension des lames de la seconde est double de celle des lames de la première; mais, dans les calottes de savon, la phase incolore n'est, au maximum, que de 20″, tandis que, dans celles d'albumine, elle est, comme je viens de le rappeler, de plusieurs heures; ainsi, en passant du premier liquide au second, la tension et la viscosité des couches superficielles augmentent toutes deux considérablement, de sorte que leur rapport demeure suffisamment grand.

C'est que les déchirements exigent des mouvements relatifs des molécules, et que la viscosité propre des couches superficielles, viscosité qui rend ces mouvements difficiles, gêne aussi bien ceux qui mènent aux déchirements que ceux qui apportent des molécules intérieures dans les interstices agrandis des extérieures. Ainsi, en passant du savon à l'albumine, la tension, c'est-à-dire la force qui tend à déchirer les lames, devient double, mais la résistance à ce déchirement augmente en même temps par l'augmentation de la viscosité des couches superficielles, et les lames d'albumine s'étendent en bulles comme celles de savon, seulement à un moindre degré.

§ 32. — Telle est donc la théorie que je propose comme solution de la question principale traitée dans la série actuelle : pour qu'un liquide puisse se développer en lames à la fois grandes et persistantes, et conséquemment se laisse gonfler en bulles, il faut d'abord que la viscosité propre des couches superficielles de ses lames soit forte, afin que l'amincissement s'opère avec lenteur; mais il faut, en outre, que sa tension soit relativement faible, afin qu'elle ne puisse vaincre la résistance opposée au déchirement par la viscosité ci-dessus lorsque, dans les mouvements superficiels, des molécules s'écartent outre mesure. Les liquides qui ont en même temps une forte viscosité superficielle et une tension relativement forte, ne donnent pas de bulles, parce que, chez eux, la tension est toujours capable de surmonter la résistance en question. Enfin les liquides qui n'ont qu'une faible viscosité superficielle ne donnent pas non plus de bulles, parce que leurs lames atteignent en trop peu de temps une ténuité extrême, et qu'alors elles se brisent par les petits ébranlements venus de l'extérieur, ou par d'autres causes étrangères.

Seulement, j'ai à présenter ici une remarque. Considérons deux liquides

dont l'un ait une viscosité superficielle moins énergique que l'autre. Si l'on s'en tenait simplement aux principes ci-dessus, on devrait admettre que la tension suffisante pour opérer un déchirement est nécessairement plus faible suivant la même proportion dans le premier de ces liquides que dans le second, ou, en d'autres termes, qu'à chance égale de déchirement, le rapport des deux éléments, viscosité superficielle et tension, est le même dans les deux liquides; mais il faut faire attention que, lorsqu'un intervalle superficiel est trop agrandi, les molécules sous-jacentes viennent le remplir avec moins de difficulté dans le premier liquide que dans le second, de sorte que le déchirement exige plus de tension pour s'accomplir. Nous arrivons donc à cette conséquence qu'à égalité de chances de déchirement, ou, ce qui revient au même, à égalité de diamètre maximum des bulles quand les liquides sont de la troisième catégorie, le rapport des deux éléments est moins grand à l'égard du liquide dont la viscosité superficielle est moins forte. Et de là découle évidemment une deuxième conséquence, c'est que si le rapport des deux éléments est le même pour les deux liquides, les chances de déchirement deviennent moindres pour celui qui a la moindre viscosité superficielle, de sorte qu'il doit donner des bulles plus grosses que l'autre, ou que, tandis qu'il en donne, l'autre n'en donne pas. Nous verrons plus loin (§ 61) les résultats des expériences s'accorder avec ces déductions.

Enfin une dernière conséquence, que nous connaissons déjà et que nous savons être vérifiée par les faits, c'est que, dans la deuxième catégorie, où la viscosité superficielle est extrêmement faible, les chances de déchirement sont, en général, pour ainsi dire nulles quelle que soit la tension, de sorte que les lames arrivent librement à une excessive ténuité; aussi beaucoup de liquides de cette catégorie se laisseraient-ils façonner en grosses bulles, si la rapidité de l'amincissement n'y mettait obstacle. Seulement, chez les plus volatils, intervient une propriété qui ramène les chances de déchirement, et qui paraît consister (§ 30) en un défaut de cohésion dans les couches superficielles.

Notre théorie permet, on a pu s'en convaincre, d'expliquer d'une manière satisfaisante tous les phénomènes observés dans les expériences précédemment décrites; jusqu'ici cependant elle est encore trop hypothétique, mais

nous allons voir de nouveaux faits se grouper autour d'elle, et lui donner, j'espère, un appui solide.

§ 33. — Avant d'exposer ces nouveaux faits, je dois, pour compléter ce qui concerne nos petites calottes, mentionner un phénomène fort curieux que m'ont présenté celles de la solution de savon de Marseille. Ainsi que je l'ai dit (§ 22), ces calottes deviennent entièrement noires après deux heures au maximum, et persistent ensuite, en cet état, quelquefois au delà de vingt-quatre heures; or, dans ces calottes si persistantes, j'ai constaté avec surprise une diminution progressive et continue du diamètre, de sorte qu'elles finissent par s'annuler complétement. Pendant cette diminution graduelle, la lame demeure toujours noire, d'où il faut conclure que la descente du liquide est sans cesse compensée par le resserrement de la calotte; c'est ce qui explique la longue durée de celle-ci.

J'ai déjà rappelé (5me série, § 25) l'un des principaux arguments par lesquels on a cherché à prouver l'impossibilité de l'état vésiculaire dans la vapeur d'eau visible. Cet argument consiste en ce que l'air emprisonné dans l'intérieur d'une vésicule si minime serait soumis, de la part de la lame, à une pression considérable, et, par suite, passerait graduellement à travers cette lame, de sorte que la vésicule se réduirait bientôt à une gouttelette pleine; or, on le voit, mes calottes noires de savon de Marseille réalisent ce passage graduel de l'air intérieur à travers l'enveloppe liquide. A la vérité, si la vapeur d'eau visible était à l'état vésiculaire, les enveloppes ne seraient évidemment pas noires, et auraient conséquemment une épaisseur beaucoup plus grande que les lames qui constituent les calottes dont il s'agit; mais, d'autre part, la pression sur l'air intérieur des vésicules d'eau serait plus de mille fois aussi forte que dans nos calottes récemment formées.

§ 34. — Je passe maintenant aux nouveaux faits annoncés plus haut. J'ai cherché d'abord à établir, par des expériences directes, l'existence de la viscosité propre des couches superficielles, et les différences qu'elle présente d'un liquide à un autre. Voici le mode d'expérimentation que j'ai adopté, et qui m'a parfaitement réussi.

Au centre d'une capsule cylindrique en verre d'environ 11 centimètres de diamètre intérieur et 6 de profondeur est fixé un pivot de $2\frac{1}{2}$ centimè-

tres de hauteur, portant une aiguille aimantée; celle-ci, en forme de losange très-allongé, comme à l'ordinaire, a 10 centimètres de longueur, 7^{mm} de largeur en son milieu, et à peu près $0,^{mm}3$ d'épaisseur; la durée de chacune de ses petites oscillations sous la seule influence du magnétisme de la terre, est approximativement de 1'',7. La capsule est munie de vis calantes afin qu'on puisse rendre le pivot vertical, et tout le système est placé sur une table devant une fenêtre exposée au nord. Un petit chevalet en fil de laiton, servant de repère, pince le bord de la capsule au point situé dans le méridien magnétique, du côté du Sud; un autre chevalet semblable se trouve du côté Est à 90° du précédent, et il y en a un troisième entre eux à 5° du premier, de sorte que de ce troisième chevalet au chevalet Est, la distance angulaire est de 85°. Enfin une bande de papier divisée en degrés est collée sur la paroi extérieure de la capsule, à partir du chevalet Sud et allant vers l'Ouest.

Tout étant bien réglé, lorsqu'on veut procéder à une expérience, on verse dans la capsule du liquide à essayer, jusqu'à ce qu'il affleure simplement la face inférieure de l'aiguille; on s'assure d'ailleurs, en regardant à travers la paroi de la capsule, que la face dont il s'agit est, aussi exactement que possible, dans le prolongement de la surface du liquide, et que de petites bulles d'air n'y sont point adhérentes. Cela fait, on amène, au moyen d'un barreau aimanté, la pointe de l'aiguille qui était dirigée vers le Sud, exactement en face du chevalet Est, et on l'y maintient en posant le barreau sur un support extérieur, à la hauteur de l'aiguille et près de la capsule; on attend quelques moments pour que la surface du liquide soit redevenue immobile, puis on enlève brusquement le barreau, en le retirant dans le sens de la longueur de l'aiguille, et l'on compte le temps qu'emploie cette dernière pour atteindre le chevalet suivant, c'est-à-dire pour parcourir un angle de 85°; enfin on note l'angle qu'elle décrit, en continuant sa course, au delà du méridien magnétique, angle qu'on mesure à l'aide des divisions de la bande de papier. On ne compte le temps que jusqu'à 85° du point de départ, et non jusqu'au méridien magnétique, parce qu'avec certains liquides visqueux, l'aiguille ralentit tellement sa marche en approchant de ce dernier point, que l'instant où elle l'atteint ne peut être précisé.

On ajoute alors du même liquide jusqu'à deux centimètres environ audessus de l'aiguille, puis, saisissant cette dernière avec une pince en laiton, on la retourne dans l'intérieur du liquide, on fait sortir de la chape la bulle d'air qui s'y trouve engagée, en l'absorbant avec une pipette, on replace l'aiguille sur le pivot, et l'on effectue les déterminations de durée et d'angle comme ci-dessus.

En général, lorsque l'aiguille, soit sur la surface, soit dans l'intérieur du liquide, dépasse le méridien magnétique, elle se borne à y revenir ensuite lentement pour s'y arrêter.

Dans ces expériences, mon fils exécutait la manœuvre du barreau, et observait l'aiguille; il prononçait un premier *tope* à l'instant où il enlevait le barreau, et un second *tope* à l'instant où la pointe de l'aiguille passait devant le repère suivant. De mon côté, tenant près de l'oreille une montre qui battait les 5mes de seconde, je pouvais estimer le temps du parcours à moins d'un 10me de seconde près. Chaque observation était répétée en général dix fois, et l'on prenait la moyenne des résultats, lesquels étaient toujours très-concordants. Ajoutons que lorsqu'il s'agissait de liquides volatils ou absorbants, on recouvrait la capsule d'une cloche en verre, à travers laquelle on observait, et que, dans le cas des solutions aqueuses, on appliquait, à l'intérieur de cette cloche, des morceaux de papier à filtre imbibés d'eau et placés de manière à ne pas empêcher la vue du parcours de la pointe considérée de l'aiguille; dans ce cas aussi, la capsule était posée sur une assiette dans laquelle on versait un peu d'eau.

§ 35. — Commençons par les résultats relatifs à l'eau distillée; ils ont été obtenus à la température de 18° à 19°.

Sur la surface de ce liquide, la durée du parcours de l'angle de 85° a été trouvée, comme moyenne de dix observations, égale à 4″,59; la plus petite et la plus grande des valeurs partielles étaient respectivement 4″,5 et 4″,7.

A l'intérieur du liquide, dix observations aussi ont donné, en moyenne, pour la durée du même parcours, 2″,37; les valeurs partielles extrêmes étaient 2″,3 et 2″,5.

Ainsi, bien que, sur la surface, une seule des faces de l'aiguille frotte contre l'eau, tandis qu'à l'intérieur les deux faces frottent simultanément et que, par

suite, l'aiguille semble devoir rencontrer une résistance double, cependant elle marche près de deux fois moins vite sur la surface qu'à l'intérieur. On doit donc conclure de là que la surface de l'eau oppose une résistance particulière, qu'il faut bien attribuer à une viscosité propre de la couche superficielle de ce liquide.

A la vérité, dans l'intérieur, l'ensemble de l'aiguille et de sa chape perd une petite partie de son poids, et conséquemment appuie un peu moins sur la pointe du pivot; mais, d'autre part, la chape frotte alors par toute sa surface contre l'eau, et, en outre, la tranche de l'aiguille, tranche qui a, comme je l'ai dit, $0^{mm},3$ de hauteur, pousse directement le liquide, d'où naissent des résistances bien plus que suffisantes pour compenser la légère diminution du frottement à la pointe.

D'ailleurs ce n'est pas tout. Sur la surface, l'aiguille, en continuant sa course, a décrit, en moyenne, au delà du méridien magnétique, un angle de près de 8°, tandis qu'à l'intérieur, malgré sa vitesse plus grande, elle n'a dépassé le méridien magnétique que de $3^{\circ}\frac{1}{2}$. Ces faits en apparence contradictoires m'ont beaucoup étonné d'abord; mais je n'ai pas tardé à en avoir l'explication, et ils m'ont fourni une preuve nouvelle de la forte viscosité superficielle de l'eau : on a recommencé l'expérience sur la surface, mais après avoir saupoudré celle-ci d'un léger nuage de lycopode; alors on a reconnu que cette surface tout entière tournait en même temps que l'aiguille, seulement avec une vitesse moindre; c'est donc la couche superficielle qui, en tournant ainsi, entraîne l'aiguille si loin au delà du méridien magnétique, et dès lors il est tout simple qu'à l'intérieur du liquide, où cette action n'existe pas, l'aiguille n'atteigne qu'une distance beaucoup plus petite.

J'ai dit que la surface tourne moins vite que l'aiguille; c'est qu'elle a à vaincre, sur toute son étendue, le frottement contre le liquide sous-jacent. En observant le lycopode, on constate, le long du bord antérieur de chacune des moitiés de l'aiguille, un courant allant de la chape à la pointe; et, en effet, l'aiguille ne pouvant glisser sur la couche superficielle à cause de la résistance de celle-ci, et possédant assez de force pour marcher malgré cet obstacle, il faut bien que les parties de la couche en question sur lesquelles elle agit immédiatement soient déviées et forment les courants dont j'ai parlé.

Enfin j'ai réfléchi qu'en entravant la rotation de la couche superficielle, on augmenterait la résistance au mouvement de l'aiguille, et que, par suite, on ralentirait encore ce dernier. J'ai donc fait construire deux petites cloisons rectangulaires en verre, propres à être installées dans la capsule suivant des directions allant de la paroi de celle-ci vers l'axe. Ces cloisons ont l'une et l'autre 40^{mm} de longueur, 12 de hauteur et 2 d'épaisseur; chacune d'elles est fixée à un fil de laiton ployé en forme de chevalet, qui pince le bord de la capsule, mais qui s'élève au-dessus de ce bord, de sorte qu'on a la faculté de descendre plus ou moins la cloison dans le liquide. Les deux cloisons ont été placées à l'opposé l'une de l'autre, la première dans la partie Sud de la capsule, à 42° environ à l'Ouest du méridien magnétique, et la seconde, par conséquent, dans la partie Nord, à 42° à l'Est de ce même méridien; enfin, pour qu'elles ne pussent exercer aucune action capillaire sur l'aiguille, on les a enfoncées jusqu'à ce que leur petite surface supérieure affleurât celle de l'eau. Dans ces conditions, la durée moyenne du parcours des 85°, sur la surface, s'est élevée à 6″,44; alors aussi l'aiguille n'a plus dépassé le méridien magnétique.

Ces expériences ne laissent, on le voit, aucun doute sur l'existence, dans la couche superficielle de l'eau, d'une viscosité propre, supérieure de beaucoup à la viscosité de l'intérieur du même liquide, et si l'on considère que l'épaisseur de la couche superficielle d'un liquide est égale au rayon d'activité sensible de l'attraction moléculaire et conséquemment d'une excessive petitesse, on devra conclure des faits ci-dessus que la viscosité propre de la couche superficielle de l'eau est extrêmement grande. Remarquons ici que cette couche si mince doit entraîner dans sa rotation le liquide sous-jacent jusqu'à une certaine profondeur, de sorte que la masse totale qui tourne excède, en réalité, de beaucoup celle de la couche en question; c'est ce qui explique comment cette masse possède assez de vitesse acquise pour emporter l'aiguille au delà du méridien magnétique.

§ 36. — J'ai essayé ensuite la glycérine de Price. Ici, à cause de la forte viscosité intérieure, le frottement soit d'une des faces, soit des deux faces de l'aiguille contre le liquide, devait produire des résistances considérables, et les durées devaient conséquemment être beaucoup plus grandes qu'à l'égard

de l'eau. Je dois ajouter que les expériences ont été faites en janvier, à la température de 15°, et qu'à cette température peu élevée, la glycérine est beaucoup plus visqueuse qu'en été. On n'a fait que deux observations sur la surface, et deux à l'intérieur.

Dans le premier cas [1], les valeurs de la durée ont été 36′ et 35′ 30″; dans le second, elles ont été l'une et l'autre de 19′ 30″.

Ainsi, pour la glycérine, comme pour l'eau, la vitesse du parcours de l'angle de 85° est beaucoup plus grande à l'intérieur que sur la surface, d'où il faut conclure de même à l'existence, dans la couche superficielle, d'une viscosité propre énergique.

Quant à l'angle au delà du méridien magnétique, il est nul, tant sur la surface qu'à l'intérieur, par suite des faibles vitesses de l'aiguille; celle-ci atteint simplement ce méridien, en approchant duquel sa marche devient d'une extrême lenteur.

Pour s'assurer si la couche superficielle tournait avec l'aiguille, on n'a pas employé le lycopode, dont il eût été difficile de débarrasser ensuite la glycérine; on a d'abord ramené l'aiguille à son point de départ, puis, pendant qu'elle y était maintenue, on a déposé sur la surface du liquide, dans le méridien magnétique et à 14^{mm} environ de la paroi de la capsule, un petit fragment de feuille d'or; ensuite, après avoir recouvert l'appareil de la cloche, on a rendu la liberté à l'aiguille, et l'on a observé la paillette. A peine l'aiguille avait-elle parcouru 1° ou 2°, qu'on a vu la paillette se mettre en mouvement, comme si elle était repoussée; après le parcours des 85° de l'aiguille, cette même paillette avait décrit, vers l'Ouest, un arc d'environ 30°. La couche superficielle de la glycérine tourne donc, comme celle de l'eau, en même temps que l'aiguille, et aussi avec une vitesse moindre.

§ 37. — Avec la solution saturée de carbonate de soude, à la température de 17°, les durées, obtenues chacune par la moyenne de huit observations très-concordantes, ont été : sur la surface 8″,04, et à l'intérieur 4″,59. Sur la surface, l'aiguille a dépassé d'environ 6° le méridien magnétique, et,

[1] Pour éviter autant que possible l'absorption de l'humidité de l'air, on avait enduit de glycérine l'intérieur de la cloche, sauf la portion à travers laquelle on devait observer.

à l'intérieur, elle l'a simplement atteint. Pour l'essai de la rotation de la couche superficielle, on a eu recours, comme ci-dessus, à la paillette d'or; celle-ci a commencé à se mouvoir en même temps que l'aiguille, et a décrit un arc d'environ 30°. La conclusion est donc encore la même.

Je ferai remarquer que la durée 4″ 59 du parcours des 85° à l'intérieur de cette solution, est précisément égale à celle que nous avons trouvée plus haut pour le même parcours sur la surface de l'eau distillée; or, ainsi que je l'ai dit, à l'intérieur de notre solution l'aiguille s'arrête au méridien magnétique; c'est donc une preuve nouvelle que, sur la surface de l'eau, l'aiguille ne va au delà de ce méridien que parce qu'elle est entraînée par le mouvement de la couche superficielle.

§ 38. — Avec la solution saturée d'azotate de potasse, on a obtenu, par la moyenne de dix observations, à la température de 19° : sur la surface, durée 4″, 41, angle au delà du méridien magnétique 5° $\frac{1}{2}$; à l'intérieur, durée 2″, 38, angle 3°; donc toujours même conclusion; on a jugé inutile de faire l'essai de la paillette d'or.

§ 39. — En soumettant aux mêmes essais la solution saturée de chlorure de calcium, on a vu la durée, sur la surface, aller progressivement en augmentant : elle s'est élevée, en six observations, de 15″ à 21″. Soupçonnant que ce résultat pouvait provenir d'une faible action chimique exercée sur l'aiguille, action donnant lieu à un composé de fer qui, balayé sur la surface par l'aiguille, accroîtrait la viscosité superficielle, on a enduit d'un vernis à la gomme laque l'aiguille, ainsi que le pivot jusque près de la pointe, puis on a recommencé. Alors, en effet, l'augmentation ne s'est plus montrée, et l'on a eu, en moyenne, à la température d'environ 19° : sur la surface, durée 14″, 85, angle 2° $\frac{1}{2}$; à l'intérieur, durée 8″, 52, angle 0°; ainsi, même conclusion également.

J'ai cru pouvoir me borner, à l'égard de la première catégorie, aux cinq liquides précédents; d'ailleurs les acides sulfurique, azotique et tartrique, ainsi que l'ammoniaque, auraient fortement agi sur l'aiguille ou sur la couche de vernis dont on l'aurait recouverte. Je passe actuellement à la deuxième catégorie.

§ 40. — Voyons, en premier lieu, ce qui concerne l'alcool. Les expé-

riences [1] ont donné, avec ce liquide, pour la durée moyenne du parcours des 85°, sur la surface, 1″, 48, et, pour celle du même parcours à l'intérieur, 3″, 30. Ici donc, à l'inverse des liquides précédents, c'est sur la surface que la durée est de beaucoup la plus petite. L'angle décrit au delà du méridien magnétique a été, en moyenne, sur la surface, de 21° $\frac{1}{2}$, et, à l'intérieur, de 3° $\frac{1}{2}$. Les cloisons n'ont produit absolument aucun effet; enfin le petit corps flottant [2] est demeuré immobile jusqu'à ce que l'aiguille vînt le heurter.

Il suit évidemment de ces résultats que, dans l'alcool, la viscosité de la couche superficielle ne surpasse aucunement celle de l'intérieur du liquide, et nous aurons à décider si elle ne lui est pas inférieure. Il suit encore des mêmes résultats que si l'aiguille, sur la surface, se transporte au delà du méridien magnétique, c'est bien en vertu de sa vitesse acquise. Les expériences ci-dessus ont été effectuées à la température de 17° à 18°.

Le jour où ont été faites sur l'eau distillée les observations du § 35, on a effectué, immédiatement après, une nouvelle détermination de la durée et de l'angle à l'intérieur de l'alcool, afin de pouvoir comparer ces éléments à ceux de l'eau dans des circonstances identiques; on a trouvé ainsi la durée égale à 2″,66, et l'angle égal à 2° $\frac{1}{2}$; la durée, on le voit, est un peu plus grande et l'angle un peu plus petit qu'à l'égard de l'eau dans les mêmes conditions; la résistance intérieure de l'alcool au mouvement de l'aiguille paraît donc être un peu supérieure à celle de l'eau; on sait d'ailleurs que l'alcool s'écoule moins vite que l'eau par un tube étroit. De là l'opinion émise dans le § 26, savoir que la viscosité intérieure de l'alcool est, malgré l'apparence contraire, un peu plus grande que celle de l'eau. Quant aux différences entre les valeurs ci-dessus relatives au premier de ces liquides et celles précédemment obtenues, j'y reviendrai plus loin.

[1] Si l'on se borne à placer la cloche sur la capsule, le niveau du liquide baisse sensiblement, malgré cette précaution, pendant les essais, à cause de la volatilité de l'alcool, et cela influe surtout sur les angles. Afin d'écarter cet inconvénient, on a couvert l'intérieur de la cloche de papier à filtre imbibé d'alcool, en laissant à nu la portion nécessaire pour permettre l'observation; le tout était posé sur une assiette dans laquelle on a versé un peu d'alcool.

[2] Ce n'était pas une paillette d'or : ces paillettes déposées sur l'alcool et sur quelques autres liquides tels que l'essence de térébenthine, l'éther, etc., descendent invariablement au fond; on y a substitué un fragment d'aigrette de graine.



§ 41. — Voici les résultats avec l'essence de térébenthine, obtenus le même jour qu'avec l'alcool : durée moyenne sur la surface, 1'',40; à l'intérieur, 3'',43; angle moyen au delà du méridien magnétique, sur la surface, 22° ½; à l'intérieur, 1°. Comme avec l'alcool, l'aigrette attend, sans quitter sa place, que l'aiguille vienne la heurter; d'après ce dernier résultat, on a jugé inutile de faire usage des cloisons. La viscosité de la couche superficielle de l'essence de térébenthine ne l'emporte donc pas non plus sur celle de l'intérieur.

La comparaison des valeurs ci-dessus avec celles qui concernent l'alcool dans les mêmes conditions, nous conduit à une conséquence importante : la durée 3'',43 et l'angle 1° à l'intérieur de l'essence, sont l'une un peu plus grande et l'autre beaucoup plus petit que la durée 3'',30 et l'angle 3° ½ à l'intérieur de l'alcool; il paraît donc que la viscosité intérieure est plus énergique dans l'essence. Maintenant rappelons-nous que, sur la surface, l'aiguille doit vaincre, par sa face en contact avec le liquide, la viscosité intérieure de celui-ci; conséquemment si la viscosité de la couche superficielle était, dans chacun des deux liquides, simplement égale à la viscosité intérieure, l'aiguille devrait éprouver aussi une résistance plus grande à la surface de l'essence qu'à celle de l'alcool; or, on l'a vu, il n'en est pas ainsi : sur la surface, la durée a été un peu moindre et l'angle un peu plus grand pour l'essence que pour l'alcool; il semble dès lors nécessaire d'admettre, dans la couche superficielle de l'essence, une mobilité particulière qui diminue la résistance, et nous arrivons ainsi à cette déduction probable que, parmi les liquides de la deuxième catégorie, l'essence de térébenthine au moins a, dans sa couche superficielle, une viscosité plus faible que dans son intérieur. Pour abréger le langage, j'exprimerai le fait en disant que la couche superficielle de ce liquide possède un *excès négatif* de viscosité. C'est, du reste, un point sur lequel je reviendrai bientôt.

§ 42. — Dans l'huile d'olive, on pourrait croire, au premier aperçu, qu'on retrouve un faible excès positif. En effet, les résultats avec ce liquide, à la température de 15°, ont été, en moyenne : durée sur la surface, 30'',30, et, à l'intérieur, 79'',54; dans les deux cas, l'aiguille atteint simplement le méridien magnétique; en présence des cloisons, la durée sur la

surface a été de 31″,42, c'est-à-dire quelque peu supérieure à celle obtenue sans leur emploi; enfin la paillette d'or s'est mise en marche, mais seulement après un parcours de l'aiguille de plus de 30°, et elle ne s'était éloignée que de 4° du méridien magnétique à la fin du parcours des 85°.

Cependant le petit excès positif que semblent révéler ces expériences n'est pas réel : on a ajouté un peu d'huile dans la capsule de manière que l'aiguille fût plongée dans le liquide, mais seulement à 1^{mm} au-dessous de la surface, et l'on a refait, dans ces conditions, l'essai de la paillette. On a vu alors celle-ci se déplacer dès que l'aiguille a commencé à se mouvoir; seulement elle marchait avec beaucoup plus de lenteur; elle s'est arrêtée en même temps que l'aiguille lorsque cette dernière a atteint le méridien magnétique, et elle n'avait parcouru que 20°. La hauteur de l'huile au-dessus de l'aiguille ayant été successivement augmentée, l'effet a diminué, mais, même pour une hauteur de deux centimètres, il était encore très-notable : la paillette partait lorsque l'aiguille avait décrit environ 30°, et elle se déplaçait de 9°.

Il résulte de ces faits que, dans le cas d'un liquide très-visqueux comme l'huile, l'aiguille entraine avec elle une masse considérable qui pousse le liquide devant elle, et que cette action se fait sentir immédiatement à une grande distance en avant de l'aiguille. Si l'effet est moins prononcé quand l'aiguille est simplement sur la surface, c'est qu'alors une seule de ses faces agit pour entrainer et pousser le liquide. On le voit donc, la viscosité propre de la couche superficielle de l'huile n'est pour rien dans le mouvement de la paillette et dans le petit retard apporté par les cloisons, et l'excès positif de ce liquide n'est qu'une apparence due aux effets de la viscosité intérieure [1]. Bien plus, la rapidité de l'amincissement des calottes (§ 21) doit faire présumer que l'huile a, au contraire, un excès négatif.

Dans les liquides peu visqueux, tels que l'eau, l'alcool, etc., l'aiguille doit communiquer aussi un certain mouvement aux portions voisines, et il

[1] Le même entrainement et une semblable poussée doivent avoir eu lieu à l'égard de la glycérine (§ 36); mais, avec ce dernier liquide, l'excès positif était nettement accusé par la circonstance que la durée sur la surface était beaucoup plus grande que dans l'intérieur, et par le mouvement considérable de la paillette.



était important de savoir ce que donneraient, avec ces liquides, les mêmes expériences. On a essayé d'abord l'eau distillée; or, quand l'aiguille était plongée de 1^{mm}, elle n'a imprimé de mouvement à la paillette qu'au moment où elle passait dessous; mais pendant qu'elle revenait lentement au méridien magnétique après avoir décrit environ 2° au delà, la paillette a continué à marcher, et a parcouru 30°. Tout effet cesse lorsqu'il y a au-dessus de l'aiguille une hauteur d'eau de 7^{mm}. Dans l'alcool, les résultats ont été analogues; seulement, à 1^{mm} au-dessous de la surface, comme l'aiguille dépassait de beaucoup le méridien magnétique, le petit corps flottant l'accompagnait jusqu'à l'extrémité de sa course, puis allait encore un peu plus loin; en outre, pour qu'il n'y eût plus d'action, il a fallu une hauteur d'alcool de 9^{mm}, ce qui constitue un nouvel indice d'une viscosité intérieure un peu plus forte dans l'alcool que dans l'eau (§ 26). Ainsi, avec les liquides peu visqueux, soit qu'ils aient, comme l'eau, un excès positif, soit que, comme l'alcool, ils n'en possèdent pas, la masse entraînée par l'aiguille n'exerce aucune impulsion sensible en avant, de sorte qu'elle n'influe nullement sur les déductions tirées des essais de la paillette et des cloisons.

Ces derniers faits m'ont suggéré l'idée d'une expérience propre à mettre complétement hors de doute l'absence d'excès positif dans la couche superficielle de l'huile : je me suis dit que si l'on recouvrait l'eau de la capsule d'une mince couche d'huile sur la surface supérieure de laquelle l'aiguille exécuterait son mouvement, les effets décrits plus haut de la viscosité intérieure de l'huile ne pourraient se produire, et que, par conséquent, si l'huile n'a pas d'excès positif, la paillette resterait immobile. Or l'expérience a pleinement confirmé cette prévision; seulement, à ma grande surprise, j'ai reconnu que si la couche d'huile est très-mince, l'excès positif de l'eau se fait sentir : la paillette alors part en même temps que l'aiguille, et décrit un grand angle. L'épaisseur d'huile pour laquelle la paillette ne bouge plus du tout, est d'environ 1^{mm}.

§ 43. — Pour l'éther sulfurique[1], j'ai trouvé, à la température de 16° :

[1] Ici, plus encore qu'avec l'alcool, la volatilité du liquide tend à produire un abaissement du niveau. Le moyen employé à l'égard de l'alcool (voir la première note du § 40) aurait exposé l'observateur à respirer trop de vapeur d'éther; on a donc procédé de la manière suivante : on a



sur la surface, durée 1″,12, angle au delà du méridien magnétique 47°; à l'intérieur, durée 1″,49, angle 12°. L'expérience de l'aigrette présente des difficultés, parce que ce petit corps, avant qu'on ait rendu la liberté à l'aiguille, se promène constamment à la surface du liquide; cependant, en lâchant l'aiguille le plus tôt possible après avoir placé l'aigrette, on a pu constater par plusieurs essais que celle-ci était simplement heurtée. La couche superficielle de l'éther ne possède donc non plus aucun excès positif.

Quant aux mouvements en apparence spontanés de l'aigrette, ils proviennent, sans aucun doute, de l'évaporation du liquide, bien qu'on place, à chaque essai, la cloche sur l'appareil.

§ 44. — Le sulfure de carbone[1] a fourni, à la température de 16° : sur la surface, durée 1″,20, angle au delà du méridien magnétique 36°; à l'intérieur, durée 2″0, angle 8°. Avec l'aigrette, mêmes difficultés et même résultat que pour l'éther; même conclusion par conséquent, savoir absence d'excès positif.

§ 45. — Avant de rapporter les résultats des mêmes épreuves sur les liquides de la troisième catégorie, revenons à la question de l'excès négatif. Les faits qui m'ont conduit à admettre cette propriété peuvent paraître insuffisants; mais l'idée m'est venue d'un moyen simple, propre à la mettre en évidence à l'égard de l'alcool, si elle existait dans ce liquide : l'alcool, en effet, se mêle en toutes proportions à l'eau, laquelle possède, on l'a vu (§ 35), un grand excès positif; si donc on mêle avec soin à de l'eau une quantité convenable d'alcool, et si ce dernier liquide présente effectivement un excès négatif, celui-ci devra détruire l'excès positif de l'eau. Or c'est ce que l'expérience vérifie pleinement : on prépare un mélange à volumes égaux d'eau et d'alcool, et l'on effectue, sur ce mélange, l'essai de la paillette; on constate alors que celle-ci est simplement heurtée par l'aiguille.

La proportion d'alcool qui suffit pour produire la simple neutralisation de

versé un peu trop de liquide dans la capsule, et l'on a simplement recouvert celle-ci de la cloche, puis, durant la série des essais, on a enlevé de temps à autre la cloche pour observer l'affleurement de l'aiguille, et, parmi les résultats partiels obtenus, on n'a conservé que ceux qui correspondaient à un affleurement régulier.

[1] Même procédé que pour l'éther.

l'excès positif de l'eau, est inférieure à celle que je viens d'indiquer; mais, avec cette dernière, l'expérience est des plus faciles, tandis qu'avec des proportions plus faibles, elle présente des difficultés résultant de la perte d'alcool par évaporation à la surface du mélange.

Pour effectuer l'expérience ci-dessus, on a laissé la capsule découverte; de cette manière, si le mélange contenait trop d'alcool, la couche supérieure perdant de celui-ci par évaporation, devait arriver graduellement au point neutre; puis, l'évaporation continuant, l'excès positif de l'eau devait commencer à reparaître. Or c'est ce qui est arrivé : on a mesuré d'abord l'angle décrit par l'aiguille au delà du méridien magnétique; il était de 14°, et la paillette, essayée immédiatement après, a été simplement heurtée. Quelques minutes plus tard, l'angle n'était plus que de 12°, plus tard encore de 10°, et la paillette était toujours simplement heurtée. Pour l'angle de 9° $\frac{1}{2}$, la paillette a été poussée en avant quand l'aiguille en était à environ un degré; enfin lorsque l'angle s'est trouvé réduit à 5°, la distance de l'aiguille à la paillette au moment où celle-ci commençait à se déplacer, a été de quatre degrés. Pendant la durée de ces essais, l'évaporation de l'alcool faisait baisser peu à peu le niveau du liquide; mais on le rétablissait de temps à autre en introduisant, au moyen d'une pipette, à une certaine profondeur au-dessous de la surface, une quantité convenable du même mélange. La température était de 18°.

On ne doit pas conclure de cette expérience que l'angle qui correspond au point neutre est de 10° environ : l'aiguille, en parcourant son trajet, mêle plus ou moins la couche supérieure avec les couches sous-jacentes, et il en résulte une cause perturbatrice dont on ne peut évaluer l'influence.

Il faut donc nécessairement reconnaître que l'alcool et, à plus forte raison, l'essence de térébenthine, ont un excès négatif, c'est-à-dire que, dans chacun de ces liquides, la viscosité de la couche superficielle est moindre que la viscosité intérieure. On voit, de plus, que les excès négatifs dont il s'agit sont considérables.

§ 46. — Enfin un moyen tout différent m'a permis non-seulement de constater encore l'existence des excès négatifs, mais même de déterminer approximativement les valeurs relatives de ces excès pour plusieurs liquides.

On sait que les oscillations de l'aiguille aimantée sont régies par la même loi que celles du pendule; les formules concernant le mouvement de ce dernier dans un milieu résistant, s'appliquent donc aussi au mouvement de notre aiguille sur ou dans un liquide. Si l'on admet que la résistance du milieu est proportionnelle au carré de la vitesse du pendule, l'équation différentielle du mouvement de celui-ci peut, on le sait encore, s'intégrer une première fois, et cette intégrale est :

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = 2amCe^{2am\theta} + \frac{2g\cos\theta}{a(1+4a^2m^2)} + \frac{4gm\sin\theta}{1+4a^2m^2} \quad \ldots\ldots \quad [1],$$

dans laquelle θ est l'angle variable que fait le pendule avec la verticale, a la longueur du pendule simple correspondant, m la résistance pour l'unité de vitesse, g la gravité, et C la constante arbitraire.

Pour l'appliquer à notre aiguille, prenons pour origine des angles non la position de repos, c'est-à-dire le méridien magnétique, mais le point de départ de l'aiguille, c'est-à-dire la position à 90° de ce méridien, et désignons par ω l'angle variable; on a ainsi $\theta = 90° - \omega$; remplaçons de plus $2am$ par la seule lettre k; celle-ci représentera alors une quantité proportionnelle à la résistance; déterminons la constante arbitraire C par cette condition que, pour $\omega = 0$, la vitesse est nulle; enfin considérons ω comme représentant l'angle total décrit par l'aiguille jusqu'au point qu'elle atteint au delà du méridien magnétique, point pour lequel la vitesse est également nulle. Avec ces conventions, l'intégrale ci-dessus devient simplement :

$$\sin\omega + k\cos\omega - ke^{-k\omega} = o \quad \ldots\ldots\ldots \quad [2].$$

Quand l'expérience a fait connaître, à l'égard d'un liquide, l'angle décrit par l'aiguille au delà du méridien magnétique sur la surface ou dans l'intérieur, il suffit d'ajouter 90° à cet angle pour avoir ω, ou l'angle total parcouru depuis le point de départ; portant alors cette valeur de ω dans l'équation [2], on en déduira par tâtonnement la valeur correspondante de k. Afin d'éviter la confusion, nous conserverons k pour la résistance sur la surface, et nous nommerons k' la résistance à l'intérieur.



Avant d'aller plus loin, je dois faire remarquer que notre formule ne peut déterminer k lorsqu'il s'agit de liquides à excès positif; avec ceux-ci, en effet, l'angle décrit sur la surface au delà du méridien magnétique est dû, en tout ou en partie (§ 35), à ce que l'aiguille est emportée par la couche superficielle. L'application complète de la formule [2] est donc restreinte aux liquides qui n'ont pas d'excès positif, c'est-à-dire à ceux sur lesquels la paillette ou l'aigrette attend simplement l'aiguille.

La résistance due à la viscosité intérieure doit, comme je l'ai déjà fait observer, être à peu près deux fois aussi grande lorsque l'aiguille se meut dans le liquide que lorsqu'elle se meut sur la surface, puisque, dans le premier cas, elle frotte par ses deux faces, tandis que, dans le second, elle ne frotte que par une seule; si donc, pour un certain liquide, l'excès superficiel était égal à zéro, ou, en d'autres termes, si la couche superficielle possédait la même viscosité que l'intérieur, on devrait avoir sensiblement, à l'égard de ce liquide, $k = \frac{1}{2} k'$; je dis sensiblement, parce que (§ 35) de petites causes, telles que l'action de la tranche de l'aiguille à l'intérieur du liquide, la perte de poids dans cette même condition, etc., altèrent sans doute quelque peu cette égalité. Pour un liquide à excès négatif, on aura conséquemment

$$k < \frac{1}{2} k', \text{ ou } k - \frac{1}{2} k' < o;$$

or la formule [2] permet de calculer cette différence pour tous les liquides sans excès positif et sur lesquels l'aiguille dépasse le méridien magnétique; on peut donc, ainsi que je l'ai dit, constater l'existence des excès négatifs, et obtenir, en même temps, leurs valeurs relatives approchées.

§ 47. — C'est ce que j'ai fait pour les quatre liquides alcool, essence de térébenthine, éther sulfurique et sulfure de carbone; en transportant dans la formule [2] les valeurs de ω déduites, pour ces liquides, des expériences des §§ 40, 41, 43 et 44, on a obtenu les résultats consignés dans le tableau suivant :

LIQUIDES.	Valeurs de k.	Valeurs de k'.	Valeurs de $k - \frac{1}{2} k'$.
Essence de térébenthine .	2,34	57,28	— 26,30
Alcool	2,48	16,34	— 5,69
Sulfure de carbone . . .	1,24	7,11	— 2,31
Éther sulfurique. . . .	1,05	4,71	— 1,30

Ainsi les résultats de la formule confirment pleinement nos déductions précédentes : ils signalent des excès négatifs dans l'essence de térébenthine et dans l'alcool, et montrent que celui de l'essence est plus grand que celui de l'alcool; mais ils nous apprennent, en outre, que le sulfure de carbone et l'éther possèdent également des excès négatifs. Si l'on rapproche de ces résultats le fait de l'amincissement rapide des calottes des huiles grasses, ainsi que l'analogie des phénomènes, d'une part entre les calottes des acides lactique et acétique et celles d'essence de térébenthine et d'alcool, et, d'autre part, entre les calottes de benzine, de liqueur des Hollandais et de chloroforme, et celles d'éther et de sulfure de carbone (§ 21), on devra regarder comme bien probable que la propriété de présenter un excès négatif appartient à tous les liquides de la deuxième catégorie.

Dans le tableau ci-dessus, j'ai rangé les liquides suivant l'ordre décroissant de leurs excès négatifs; or cet ordre est aussi l'ordre décroissant de leurs viscosités intérieures, comme cela résulte des valeurs respectives des angles décrits par l'aiguille au delà du méridien magnétique à l'intérieur de chacun d'eux; si donc il est permis de tirer quelque conclusion de résultats relatifs à un nombre de liquides aussi restreint, nous dirons que l'excès négatif paraît être d'autant plus grand qu'il appartient à un liquide plus visqueux. S'il en est ainsi, les huiles grasses et l'acide lactique doivent avoir des excès négatifs plus considérables encore que celui de l'essence de térébenthine.

La petitesse des excès négatifs, ou, ce qui revient au même, la moins grande mobilité des couches superficielles dans le sulfure de carbone et dans l'éther, est, sans doute, la cause principale de la longueur relative des

phases blanches dans les calottes de ces deux liquides (§§ 21 et 30). Il est vrai que le froid, qui doit encore amoindrir cette mobilité, raccourcit cependant, nous l'avons vu, les phases en question; mais, il ne faut pas l'oublier, deux causes opposées paraissent être alors en présence : d'une part la basse température des lames elles-mêmes, laquelle doit, en réalité, tendre à allonger les phases blanches, et, d'autre part, la diminution du petit reste d'évaporation, qui tend, au contraire, à les raccourcir (§ 30), et il se peut que cette dernière influence l'emporte sur la première.

Dans notre tableau, les valeurs des excès négatifs sont exprimées en fonction d'une unité qui n'est pas bien déterminée; il ne faut donc y voir que des valeurs relatives; et encore ne doit-on les regarder que comme des approximations même grossières. En effet, la formule d'où elles sont déduites est fondée sur une loi des résistances qui, on le sait, n'est pas rigoureuse [1]; en second lieu, mon procédé de mesure des angles laisse à désirer, de sorte que je n'ai pas cru devoir pousser la précision, même dans les moyennes, au delà du demi-degré; d'ailleurs il y a une influence dont la formule ne pouvait tenir compte, et qui doit augmenter plus ou moins tous les angles : c'est qu'en vertu de sa vitesse acquise, la portion de liquide entraînée par l'aiguille (§ 42) emporte nécessairement cette dernière un peu au delà du point qui, sans cela, constituerait la limite de l'angle.

§ 48. — Nous pouvons maintenant exposer les résultats des essais avec l'aiguille sur les liquides de la troisième catégorie. Ici encore nous aurons à constater des faits bien remarquables.

Voyons d'abord ce qui concerne la solution de savon de Marseille à $\frac{1}{40}$. Avec une solution qu'on venait de préparer, on a trouvé, à la température de

[1] Depuis la rédaction de la partie de cette série relative aux excès dont il s'agit, j'ai eu connaissance d'un travail de Coulomb (*Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris*, an IX de la République), dans lequel le célèbre physicien montre, par une suite nombreuse d'expériences, que, lorsqu'un plan solide se meut très-lentement dans le sens de sa surface à l'intérieur d'un liquide, la résistance est proportionnelle à la simple vitesse. Mais les vitesses qu'il emploie sont environ cinq fois moindres que la plus lente de celles de mon aiguille dans les liquides qui ont fourni les résultats du tableau. Pour avoir des résultats exacts avec les vitesses de mes expériences, il faudrait probablement considérer la résistance comme composée de deux termes, l'un proportionnel à la simple vitesse, l'autre au carré de cette vitesse; mais alors la formule ne serait sans doute pas susceptible d'intégration.

18°: sur la surface, durée 4″,82, angle au delà du méridien magnétique 10°; à l'intérieur, durée 2″,58, angle 5°.

Ces résultats s'accordent, on le voit, avec ceux des calottes pour accuser nettement une forte viscosité superficielle. Il était nécessaire, pour une raison que l'on comprendra plus loin, de les comparer à ceux que fournit l'eau distillée dans des conditions identiques; on a donc opéré le même jour sur l'eau distillée, et l'on a obtenu : sur la surface, durée 4″,93, angle 10°; à l'intérieur, durée 2″,58, angle 5°.

Comme les observations de ce genre comportent inévitablement de petites erreurs dont il doit, en général, rester quelque chose dans les moyennes, on a recommencé, à une autre époque, en opérant aussi le même jour sur les deux liquides; la température était d'environ 21°. Les résultats ont été : avec la solution de savon, sur la surface, durée 4″,14, angle 6° $\frac{1}{2}$; à l'intérieur, durée 2″,32, angle 4° $\frac{1}{2}$; avec l'eau distillée, sur la surface, durée 4″,07, angle 8°; à l'intérieur, durée 2″,08, angle 4°.

Dans le premier de ces deux couples de séries, les résultats relatifs aux deux liquides n'ont guère différé entre eux; dans le second, ils se sont un peu éloignés, ce qui tient sans doute aux erreurs inévitables des observations, surtout à l'égard de la durée à l'intérieur; pour celle-ci, en effet, la vitesse de l'aiguille étant beaucoup plus grande, il était fort difficile de signaler avec précision l'instant du passage de la pointe en face du repère. Quoi qu'il en soit, on peut conclure de l'ensemble de ces mêmes séries que la présence de $\frac{1}{40}$ de savon ne change que faiblement la viscosité superficielle du liquide; nous verrons plus loin qu'elle paraît la diminuer un peu.

L'alcool nous a déjà montré (§ 40) que, pour un même liquide, les valeurs des durées et des angles obtenues par des séries d'observations effectuées à des époques différentes peuvent s'éloigner très-notablement les unes des autres; l'eau distillée, ainsi que la solution de savon, en offrent de nouveaux exemples : pour l'eau, les séries du § 35 et celles que nous venons de rapporter ont donné, sur la surface, les valeurs respectives 4″,59, 4″,93 et 4″07, et, à l'intérieur, 2″,37, 2″,58 et 2″,08; la solution de savon montre, on a pu le voir, des différences analogues. Disons ici, pour ne plus y revenir, que toutes ces différences tiennent aux variations du magnétisme de l'aiguille :

pendant le long temps qu'a exigé l'ensemble de mes espériences, ce magnétisme a plus d'une fois diminué, et lorsque la diminution paraissait trop grande, on soumettait l'aiguille à une nouvelle aimantation. Aussi, quand il s'est agi de comparer un liquide à un autre, on a toujours eu soin d'opérer le même jour sur les deux.

Quant aux angles, il semble qu'ils devraient être, pour un même liquide, d'autant plus grands que les durées sont plus petites, puisque alors l'aiguille atteint le méridien magnétique avec plus de vitesse acquise soit en elle-même, soit dans les couches qu'elle a mises en mouvement; or c'est précisément le contraire qui a lieu en général, comme le montrent nos mesures. On peut, je crois, se rendre raison de cette singularité, en observant que lorsque l'aiguille est plus fortement aimantée, sa force directrice tend à annuler sa vitesse à une moindre distance au delà du méridien magnétique. Quelques exceptions me portent cependant à penser que parfois une autre influence, dont la nature m'échappe, agit plus ou moins sur les angles.

Bien qu'on obtienne si aisément d'énormes bulles avec une solution aqueuse de savon de Marseille, on ne parvient pas à en former, même de petites, avec une solution alcoolique de la même substance. C'est ce qu'il était facile de prévoir d'après nos résultats, sachant que l'alcool possède (§§ 45 et 47) un excès négatif considérable.

§ 49. — La solution de savon mou de ménage à $\frac{1}{50}$ (voir la deuxième note du § 22) a donné, à la température de 19° : sur la surface, durée 4″,40, angle 6° $\frac{1}{2}$; à l'intérieur, durée 2″,38, angle 5°; ainsi même conclusion quant à la viscosité superficielle.

§ 50. — Avec la solution de savon de colophane (voir la troisième note du § 22), on a trouvé, à la température de 18° : sur la surface, durée 7″,30, angle au delà du méridien magnétique 5°; à l'intérieur, durée 4″,48, angle 0°; arc décrit par la paillette 26°. La solution de savon de colophane a donc aussi une viscosité superficielle à excès positif.

§ 51. — Arrivons au liquide le plus extraordinaire de tous ceux que j'ai examinés; je veux parler de la solution de saponine. Celle que j'ai d'abord essayée contenait $\frac{1}{80}$ de saponine, et ne paraissait pas plus visqueuse que l'eau pure; or, sur sa surface, l'aiguille, amenée, comme toujours, à 90° du méri-

dien magnétique, puis abandonnée à elle-même, n'a pas quitté sa position, malgré des coups frappés sur la table, absolument comme si le liquide s'était recouvert d'une pellicule de nature solide. Cependant la surface présentait le poli parfait d'un liquide, et, de plus, en l'agitant légèrement avec l'extrémité d'une spatule ou d'un fil métallique, on n'a pu reconnaître la moindre trace de pellicule. Des solutions à $\frac{1}{100}$, et même à $\frac{1}{160}$, ont présenté les mêmes résultats.

On a effectué l'essai de l'aiguille à l'intérieur du liquide avec la solution d'un second échantillon de saponine, le premier ayant été épuisé par d'autres expériences. Ce second échantillon n'était pas tout à fait aussi excellent : pour obtenir les meilleurs résultats, il a fallu le dissoudre dans une moindre quantité d'eau ; la solution que j'ai employée était à $\frac{1}{60}$; elle donnait des bulles de 12 à 13 centimètres, et, sur sa surface, l'aiguille placée à 90° du méridien magnétique, demeurait de même parfaitement immobile.

A l'intérieur, la durée du parcours des 85° a été 2″,72, et l'angle au delà du méridien magnétique 2°; la température était de 16°. On a répété aussi, le même jour, l'essai à l'intérieur de l'eau distillée, et l'on a obtenu : durée 2″,66, angle 2°. Ces résultats s'éloignent déjà bien peu les uns des autres, et l'on doit en conclure qu'avec la solution à $\frac{1}{100}$ du premier échantillon, ils auraient été plus rapprochés encore ; on peut donc admettre que la viscosité intérieure d'une bonne solution de saponine est sensiblement égale à celle de l'eau pure.

Les observations rapportées plus haut ne permettent guère de considérer la résistance au mouvement de l'aiguille sur la surface comme résultant de la formation d'une pellicule; on est donc conduit à admettre, dans la solution de saponine, une viscosité superficielle extrêmement forte, et c'est ce que confirment les expériences suivantes :

Si la surface se recouvrait d'une pellicule, celle-ci devrait provenir soit de l'évaporation de l'eau, soit d'une action de l'oxygène de l'air sur la saponine, action que, du reste, la chimie ne signale point ; or j'ai abandonné pendant trois jours une solution à $\frac{1}{100}$ du premier échantillon dans une capsule sur laquelle un papier était simplement posé pour abriter le liquide de la poussière, et, après ce long temps, on n'a remarqué aucun changement dans la surface.

En second lieu, lorsqu'une bulle que l'on gonfle avec la pipe vient à se briser, elle ne disparaît pas comme le ferait une bulle de savon : on voit tomber de l'orifice de la pipe une masse allongée dans le sens vertical, resserrée dans le sens horizontal, et constituée par une sorte de membrane chiffonnée d'un blanc mat. Si l'on reçoit cette masse sur le liquide, elle y forme aussitôt un ensemble de calottes irrégulières agglomérées, et, si l'on examine rapidement celles-ci, on reconnaît que leur aspect mat tient à une foule de petites masses d'air très-allongées qui semblent emprisonnées dans les lames; mais bientôt ces petites masses disparaissent, les calottes se régularisent plus ou moins et se montrent tout à fait transparentes; enfin si l'on crève ces mêmes calottes, aucune trace de pellicule ne reste à la surface du liquide. Dans cette expérience, on le comprend, la bulle se détache de l'orifice, et alors, en vertu de la pression qu'elle exerce, chasse, par l'ouverture ainsi formée, l'air qu'elle renfermait; mais, par suite de la rigidité de ses couches superficielles, elle ne peut revenir sur elle-même qu'en se plissant et emprisonnant ainsi de petites masses d'air dans une grande quantité de canaux cylindriques; seulement on ne voit pas bien pourquoi ce plissement s'opère de façon à ne resserrer la bulle que dans le sens horizontal. Lorsque cette espèce de membrane plissée tombe sur le liquide, les petits canaux ci-dessus se brisent les uns après les autres, et enfin, quand on crève les petites calottes, tout reprend parfaitement son aspect liquide.

On le voit donc, ces apparences de membranes sont simplement dues à une énorme viscosité des couches superficielles, et non à la génération d'une véritable pellicule solide. Voici encore quelques faits singuliers dépendant des mêmes causes :

On gonfle, à l'orifice de la pipe, une bulle d'environ 6 centimètres de diamètre, puis on aspire par le tuyau; la bulle alors, au lieu de revenir sur elle-même dans tous les sens, ne diminue que dans le sens latéral, et, si l'on arrête à temps l'aspiration, se transforme en un cône ayant l'orifice pour base. La surface de ce cône est d'abord ridée, puis devient parfaitement unie, et la lame persiste ensuite dans le même état avec sa forme conique.

On dépose à la surface du liquide une bulle d'environ 4 centimètres de diamètre, et, maintenant l'orifice de la pipe en contact avec la calotte dans

laquelle cette bulle s'est transformée, on souffle pour en augmenter les dimensions, jusqu'à ce qu'elle se brise. Aussitôt la lame s'affaisse sur le liquide en plusieurs grandes portions, dont chacune demeure séparée de la surface du liquide par une lame d'air, et se rapetisse peu à peu comme si elle rentrait dans la masse par la portion de son bord restée adhérente, en employant plusieurs secondes à effectuer ce retrait. Quand tout a disparu, la surface se montre aussi parfaitement liquide qu'auparavant.

La solution de saponine est certainement le liquide qui fournit la mousse la plus abondante, et peut-être la plus persistante : il suffit de dissoudre dans l'eau $\frac{1}{4000}$ de bonne saponine pour que le liquide, agité dans un flacon, donne encore une mousse de 35^{mm} de hauteur, qui exige plusieurs jours pour son annulation complète. D'autre part, l'alcool n'exerce aucune action chimique sur la saponine; il ne la dissout même, à froid, en quantité notable qu'à la faveur de l'eau. Or, si l'on ajoute à une solution de saponine un volume égal d'alcool, l'agitation ne développe plus sur le mélange qu'une mousse à peine sensible, qui disparaît presque instantanément. C'est que l'excès négatif de l'alcool neutralise complétement l'excès positif de la saponine.

§ 52. — J'ai dit ci-dessus qu'une solution de bonne saponine à $\frac{1}{4000}$ développe encore, par l'agitation, une mousse abondante et persistante; mais ce liquide refuse de se gonfler en bulles à l'orifice d'une pipe; c'est donc un second exemple à ajouter à celui que présente (§ 23) la solution de gomme arabique à $\frac{1}{10}$, d'un liquide fournissant une mousse assez volumineuse et très-durable, et refusant de se façonner en bulles.

En parlant (§ 12) de la formule à laquelle arrive M. Dupré pour exprimer la vitesse de retrait d'une lame liquide qui se brise, j'ai avancé que cette formule faisait abstraction d'un élément important auquel M. Dupré ne pouvait avoir égard, et qui devait, pour certains liquides, rendre les résultats très-inexacts; l'élément dont il s'agit est la viscosité superficielle; nous avons vu plus haut, en effet, que la viscosité superficielle d'une solution de saponine exerce une telle influence sur le phénomène, qu'une lame de cette solution peut exiger plusieurs secondes pour son retrait.

§ 53. — La viscosité intérieure d'une solution de bonne saponine à $\frac{1}{100}$ est, on l'a vu, à fort peu près égale à celle de l'eau pure, bien que cette so-

lution donne, à l'orifice d'une pipe, des bulles de 12 centimètres de diamètre; on peut conclure aussi des valeurs de la durée à l'intérieur dans les séries comparatives du § 48, malgré la petite divergence qui s'y rencontre, que la viscosité intérieure de la solution de savon de Marseille à $\frac{1}{40}$ l'emporte fort peu sur celle de l'eau pure; et cependant, avec cette solution, on gonfle, à l'orifice d'une pipe, des bulles de plus de 25 centimètres de diamètre. Ajoutons qu'on forme encore des bulles de 10 centimètres avec une solution à $\frac{1}{500}$ du même savon, liquide dont la viscosité intérieure ne peut évidemment différer d'une manière appréciable de celle de l'eau; si, en outre, nous nous rappelons que des liquides très-visqueux, tels que l'huile d'olive, la glycérine et une solution de gomme, sont complétement impropres à la génération des bulles, nous ne pourrons conserver aucun doute sur l'erreur de l'opinion accréditée qui attribue à la viscosité ordinaire la propriété des liquides qui se laissent aisément développer en bulles volumineuses.

Cependant l'influence de la viscosité intérieure n'est pas tout à fait nulle, surtout à l'égard des lames de la première et de la troisième catégorie. Dans celles de la deuxième, les deux couches superficielles ayant plus de mobilité moléculaire que la couche interposée, la descente du liquide s'effectue principalement par les premières, et le plus ou moins de viscosité de la couche interposée doit avoir peu d'effet; c'est ainsi que les lames d'huile s'atténuent avec une extrême rapidité (§ 21), malgré la forte viscosité intérieure du liquide. Mais dans les lames de la première et de la troisième catégorie, où la mobilité moléculaire est moindre dans les couches superficielles que dans la couche interposée, celle-ci participe nécessairement davantage à la descente, et sa viscosité doit intervenir jusqu'à un certain point; nous en verrons plus loin (§§ 58 et 62) des exemples.

§ 54. — La solution d'albumine, préparée comme je l'ai indiqué (cinquième note du § 22), présente, bien qu'à un degré moins prononcé, des propriétés analogues à celles de la solution de saponine : sur la surface, l'aiguille, laissée libre à 90° du méridien magnétique, a employé environ trois quarts d'heure à décrire un angle de 35°, et n'a pas été plus loin; à l'intérieur, la durée du parcours des 85° n'a été que de 9″,77.

La viscosité superficielle de ce liquide, quoique moins énorme que celle

de la solution de saponine, est donc encore extrêmement énergique; aussi quand les bulles atteignent 11 à 12 centimètres, elles donnent des membranes semblables à celles des bulles de saponine.

Si l'on ajoute à notre solution d'albumine 10 fois son volume d'eau distillée, le mélange fournit encore une mousse abondante et très-persistante, mais on ne parvient plus à le façonner en bulles, ce qui constitue un troisième exemple analogue à ceux que j'ai déjà signalés; j'essaierai plus loin (§ 68) d'expliquer ce singulier phénomène.

Je n'ai pas essayé avec l'aiguille la solution d'acétate de fer; je n'en avais à ma disposition qu'une trop petite quantité.

§ 55. — Ainsi les résultats obtenus avec l'aiguille aimantée à l'égard des quinze liquides que j'ai soumis à ce genre d'essai, confirment pleinement les déductions tirées (§ 26) des expériences sur les calottes laminaires; on peut donc, je pense, regarder comme bien établi le principe suivant :

La couche superficielle des liquides a une viscosité propre, indépendante de la viscosité de l'intérieur de la masse; dans certains liquides, cette viscosité superficielle est plus forte que la viscosité intérieure, et souvent de beaucoup, comme dans l'eau et surtout dans une solution de saponine; dans d'autres liquides elle est, au contraire, plus faible que la viscosité intérieure, et souvent aussi de beaucoup, comme dans l'essence de térébenthine, l'alcool, etc.

L'idée première d'une viscosité propre de la couche superficielle appartient, on l'a vu (§ 7), à M. Hagen; mais ce savant considère la viscosité dont il s'agit comme l'emportant, dans tous les liquides, sur la viscosité intérieure. J'ai rappelé (*ibid.*) les deux faits qu'il cite; or le premier, savoir la moindre vitesse des couches supérieures dans un cours d'eau, ne se rapporte qu'à ce liquide, qui a effectivement, nous le savons, une forte viscosité superficielle; et le second, c'est-à-dire le développement des calottes laminaires, ne peut être invoqué, puisque ces calottes se forment parfaitement sur l'alcool, sur l'essence de térébenthine, etc., liquides dans lesquels la couche superficielle est, au contraire, nous le savons aussi maintenant, plus mobile que l'intérieur.

Suivant M. Meunier comme suivant M. Hagen, la couche superficielle est plus dense que l'intérieur. Je ne pense pas que M. Meunier ait publié son mé-

moire, et j'ignore sur quels faits il fonde son opinion; mais, si l'on s'en rapporte à l'article très-succinct des *Comptes rendus* [1], il regarde aussi cet excès de densité comme une propriété commune à tous les liquides.

On voit actuellement ce que le principe énoncé plus haut, principe déduit d'expériences directes, présente de particulier, et par quel point essentiel il diffère de ceux de M. Hagen et de M. Meunier.

§ 56. — Le principe en question étant, je crois, mis hors de doute, reprenons l'étude des relations entre la viscosité superficielle et la tension.

Pour pouvoir apprécier nettement ces relations dans différents liquides, il faudrait avoir un moyen précis de déterminer numériquement les valeurs de la viscosité superficielle, comme on détermine celles de la tension. Ce moyen, je l'ai cherché en vain; mais on peut, du moins, tirer un utile parti de la comparaison des durées respectives du parcours de l'aiguille sur la surface et à l'intérieur.

En effet, dans les liquides qui possèdent une viscosité superficielle extrêmement énergique, comme les solutions de saponine et d'albumine, la durée sur la surface est infinie, de sorte que le rapport à la durée intérieure est également infini; dans les liquides de la deuxième catégorie, où la viscosité superficielle est, au contraire, très-faible, le rapport de la durée extérieure à la durée intérieure n'est qu'une fraction; enfin dans les liquides tels que l'eau où la viscosité superficielle est modérée, le rapport est plus grand que l'unité, mais fini. Ainsi, bien que les rapports dont il s'agit ne puissent évidemment servir de mesure exacte aux viscosités superficielles, on doit reconnaître qu'ils en dépendent, et l'on peut admettre que lorsqu'ils présentent une différence notable d'un liquide à un autre, il y a aussi, en général, une différence de même sens entre les viscosités superficielles de ces liquides.

Cela posé, cherchons les valeurs du rapport en question pour tous les liquides de la première et de la troisième catégorie à l'égard desquels nous en avons mesuré les éléments.

Pour l'eau distillée, les rapports déduits des expériences des §§ 35 et 48 sont 1,94, 1,91 et 1,96; de plus, lorsque j'ai comparé la solution de saponine

[1] Voir la note du § 26.

à l'eau distillée (§ 51), les durées moyennes sur la surface et à l'intérieur de ce dernier liquide ont été respectivement 4'',99 et 2'',66, d'où le rapport 1,88; la moyenne des quatre rapports est donc 1,92.

Dans le calcul du rapport relatif à la glycérine de Price, on n'a employé, pour la surface, que la première des deux durées indiquées dans le § 36; des expériences antérieures m'avaient appris, en effet, qu'avec ce liquide, les durées sur la surface vont toujours quelque peu en décroissant, à cause sans doute d'une petite absorption de vapeur d'eau, à laquelle on n'obvie pas complétement par l'enduit de glycérine appliqué à l'intérieur de la cloche. On a ainsi, pour le rapport en question, la valeur 1,85.

On a de même, par les éléments donnés dans les §§ 37, 38 et 39 :

pour la solution de carbonate de soude 1,75,
— celle d'azotate de potasse. 1,85,
— celle de chlorure de calcium. . . . . 1,74.

A l'égard des liquides de la troisième catégorie, on obtient :

pour la solution de savon de Marseille, par les résultats des
deux séries du § 48, les rapports 1,87 et 1,78, moyenne . 1,82,
pour la solution de savon de ménage (§ 49). 1,85,
— celle de savon de colophane (§ 50). . . . . 1,65.

Quant aux solutions de saponine et d'albumine, nous savons que les rapports qui les concernent ont des valeurs infinies.

§ 57. — Examinons actuellement tous ces rapports de plus près, et voyons quelles conséquences on peut en déduire.

Le rapport 1,85 de la glycérine de Price est assez peu inférieur au rapport 1,92 de l'eau distillée; cependant il ne faudrait pas en conclure que la viscosité superficielle de la glycérine est voisine de celle de l'eau, l'énorme différence des viscosités intérieures de ces deux liquides introduisant un élément considérable d'erreur au point de vue de la comparaison des rapports. En effet, à cause de la résistance énergique opposée par la viscosité intérieure de la glycérine, l'aiguille ne conserve, tant sur la surface qu'à l'intérieur de cette substance, qu'une très-petite portion de sa force directrice; mais dès lors un

excès superficiel peu intense devient très-grand relativement à ce faible reste de force, et conséquemment doit diminuer beaucoup la vitesse de l'aiguille sur la surface; or la viscosité de la couche superficielle pouvant être regardée comme égale à la viscosité intérieure plus l'excès positif, on voit qu'avec une viscosité intérieure très-forte et un excès positif très-petit, ce dernier pourrait passer du simple au double ou au triple sans que la viscosité superficielle totale changeât beaucoup, tandis que le rapport des durées subirait, au contraire, de très-grandes variations. Ainsi, comme je l'ai dit, dans le cas d'un liquide très-visqueux, le rapport des durées ne fournit plus d'indication immédiate sur l'intensité de la viscosité superficielle.

Un moyen simple se présentait pour vérifier ces déductions et s'assurer si la grande valeur du rapport de la glycérine est illusoire. Ce moyen consistait à ajouter de l'eau à la glycérine pour amoindrir suffisamment la viscosité intérieure, et à soumettre le mélange à l'essai de l'aiguille. Or, avec un mélange à volumes égaux de glycérine et d'eau distillée, les durées ont été : sur la surface, 10'',93, et, à l'intérieur, 7'',07; le rapport est donc 1,54; il est, on le voit, fort au-dessous de 1,92 appartenant à l'eau; et comme la viscosité intérieure est à peu près du même ordre que dans nos autres liquides, le rapport ci-dessus devient comparable à ceux de ces derniers, et nous pouvons en conclure que la viscosité superficielle du mélange en question est très-notablement inférieure à celle de l'eau.

Allons plus loin : la couche superficielle de ce même mélange étant nécessairement composée, comme le reste de la masse, de volumes égaux de glycérine et d'eau, le rapport 1,54 trouvé plus haut peut être regardé comme ne s'écartant guère de la moyenne entre les deux valeurs qu'on obtiendrait, d'une part, si la couche superficielle seule du liquide était formée de glycérine pure, et, d'autre part, si cette même couche était formée d'eau pure; or, dans ce second cas, le rapport s'éloignerait évidemment peu de 1,92 correspondant à l'eau, la viscosité intérieure de notre mélange ne surpassant pas assez celle de l'eau pour introduire un changement bien notable. Si, d'après cela, nous conservons, pour le second cas, la valeur 1,92, et si nous désignons par x celle que donnerait le premier, nous pourrons poser $\frac{x+1,92}{2} = 1,54$, d'où $x = 1,16$. Tel est donc approximativement le rapport de la glycérine de Price quand on écarte l'influence de la forte viscosité de l'inté-

rieur de la masse, et il nous apprend qu'il faut regarder la viscosité superficielle de cette substance comme étant, en réalité, beaucoup moindre que celle de l'eau.

§ 58. — Le rapport 1,63 du savon de colophane est aussi assez inférieur à celui de l'eau; or les expériences du § 22, en nous montrant que ce liquide, du moins tel que je l'ai préparé, donne des calottes qui n'ont jamais de phase incolore, nous ont fait connaître que sa viscosité superficielle, bien qu'à excès positif, est peu énergique; il y a donc ici concordance entre les indications fournies par les rapports et celles qu'on déduit de résultats plus nettement interprétables.

D'un autre côté, le rapport 1,16, que nous avons obtenu d'une manière indirecte et que nous avons été conduits à regarder comme donnant une idée de la vraie viscosité superficielle de la glycérine de Price, est bien plus encore au-dessous de celui de l'eau, et cependant les calottes de glycérine, même celles qui ont duré longtemps (§ 20), n'ont manifesté aucune coloration générale; en outre, les rapports 1,75 et 1,74 des solutions de carbonate de soude et de chlorure de calcium sont inférieurs aussi à celui de l'eau, bien que de moindres quantités; or, tandis que dans les calottes d'eau qui se sont moirées de rouge et de vert la phase blanche n'a été au maximum que de 13″, le carbonate de soude a donné des calottes qui n'ont éclaté qu'après 26″ sans qu'on y observât de trace de couleurs, et les calottes de chlorure de calcium ne se sont moirées qu'après 100″ au moins (*ibid.*); à l'égard des trois liquides ci-dessus, il semble donc y avoir contradiction entre les indications des rapports et celles des calottes; mais je vais montrer que cette contradiction n'est qu'apparente.

J'ai appelé l'attention (§ 53) sur une petite influence de la viscosité intérieure dans les lames de la première et de la troisième catégorie; or il est rationnel d'attribuer à cette influence le désaccord ci-dessus; on comprend, en effet, que, dans les calottes de glycérine, la forte viscosité intérieure ralentit assez la descente du liquide, malgré le peu d'énergie de la viscosité superficielle comparée à celle de l'eau, pour que la rupture ait lieu avant l'apparition d'aucun moiré. La durée du parcours de l'aiguille à l'intérieur de la solution de carbonate de soude a (§ 37) pour partie entière 4″, tandis qu'à l'intérieur

de l'eau (§§ 35 et 48), la partie entière n'a jamais été que de 2″; la viscosité intérieure de la solution dont il s'agit excède donc celle de l'eau, ce qui explique pourquoi, après 26″, les calottes n'avaient pas encore de moiré; enfin la viscosité intérieure de la solution de chlorure de calcium est plus grande encore, puisque la partie entière de la durée est (§ 39) de 8″, ce qui rend raison des 100″ de phase incolore.

Prenons maintenant, parmi les liquides à l'égard desquels nous avons pu évaluer les rapports, ceux dont la viscosité intérieure est très-voisine de celle de l'eau. Il y en a trois, savoir les solutions d'azotate de potasse, de savon de Marseille et de savon mou de ménage; pour chacun d'eux, en effet, la partie entière de la durée à l'intérieur est, comme pour l'eau, de 2″. Les rapports 1,85, 1,82 et 1,85 qui leur appartiennent respectivement, diffèrent assez peu de celui de l'eau, d'où nous inférerons que les viscosités superficielles de ces mêmes liquides approchent aussi de celle de l'eau; or, dans les calottes d'eau, la phase blanche qui a précédé le moiré a été de 10″ à 13″, dans celles de savon de Marseille elle a été de 6″ à 20″, dans celles de savon mou de ménage, de 5″ à 14″ (§§ 20 et 22), et l'on peut évidemment, à travers leurs irrégularités, reconnaître qu'elles sont de même ordre. Quant aux calottes d'azotate de potasse, elles n'ont pas donné de moiré, mais leur persistance n'ayant pas dépassé 6″, nous ignorons si leur phase blanche n'aurait pas été analogue. L'accord entre les rapports et les calottes reparaît donc quand les viscosités intérieures sont sensiblement égales. Ainsi, comme je l'ai avancé, la contradiction que j'ai signalée à l'égard de trois liquides n'est pas réelle; elle provient simplement de l'influence de la viscosité intérieure.

Comme exemple encore de cette influence, je rappellerai que, dans les calottes de la solution d'albumine, la phase incolore a été beaucoup plus longue que dans celles de la solution de saponine, bien que (§§ 51 et 54) la viscosité superficielle du premier de ces liquides soit moins énergique que celle du second; c'est que le contraire a lieu à l'égard des viscosités intérieures, les durées du parcours de l'aiguille à l'intérieur de ces mêmes liquides ayant respectivement pour parties entières 9″ et 2″. J'ai rappelé aussi, dans le § 31, la grande longueur de la phase blanche dans les calottes de la solution d'albumine pour montrer, déjà alors, que la viscosité super-

ficielle de cette solution l'emporte de beaucoup sur celle de la solution de chlorure de calcium; mais j'en avais le droit, car si, dans ces deux liquides, les phases blanches diffèrent considérablement, d'autre part les viscosités intérieures sont très-rapprochées, les parties entières de la durée à l'intérieur étant respectivement 8″ et 9″.

§ 59. — Avant de faire usage de nos rapports, présentons encore une remarque. Puisque ces rapports deviennent infinis pour des viscosités superficielles très-intenses mais finies, comme celles des solutions de saponine et d'albumine, on doit en inférer qu'ils varient suivant une loi plus rapide que les viscosités superficielles; or, abstraction faite des rapports excessifs de la saponine et de l'albumine, tous sont moindres que celui de l'eau; si donc nous prenons toujours ce dernier liquide comme type, et si, adoptant le rapport 1,92 qui lui appartient pour représenter sa viscosité superficielle, nous voulons conclure des rapports des autres liquides aux viscosités superficielles de ceux-ci, il semble qu'il faut les considérer tous comme trop faibles et que, pour en déduire les viscosités en question, on devrait les augmenter un peu, et d'autant plus qu'ils sont plus petits. Mais, d'un autre côté, dans tous nos liquides, la viscosité intérieure l'emporte sur celle de l'eau; pour les uns l'excès est extrêmement faible, et pour d'autres il est notable (j'écarte ici la glycérine, sur laquelle je reviendrai); le raisonnement que nous avons fait (§ 57) à l'égard du rapport immédiat de la glycérine, est donc applicable à tous, c'est-à-dire que, pour qu'ils pussent représenter les viscosités superficielles, il faudrait, d'après ce même raisonnement, les diminuer un peu, et d'autant plus que la viscosité intérieure est plus forte. Pour adapter nos rapports aux viscosités superficielles, il faudrait conséquemment leur faire subir deux petites corrections en sens contraires, lesquelles se compenseraient ainsi partiellement.

Afin de mieux apprécier les choses, plaçons en regard des rapports les parties entières de la durée à l'intérieur; nous aurons de cette manière le tableau qui suit :

LIQUIDES.	PARTIES ENTIÈRES de la durée.	Rapports.
Eau	2″	1,92
Solution de savon de Marseille	2	1,82
— de savon de ménage.	2	1,85
— d'azotate de potasse.	2	1,85
— de carbonate de soude	4	1,75
— de savon de colophane	4	1,63
— de chlorure de calcium. . . .	8	1,74

Il nous montre d'abord que les trois rapports les plus rapprochés de celui de l'eau appartiennent aux liquides dont la viscosité intérieure est aussi très-voisine de celle de l'eau; les deux corrections opposées que chacun d'eux devrait subir seraient donc l'une et l'autre fort petites, et, après leur compensation partielle, les rapports dont il s'agit seraient sans doute à peine modifiés. Pour les trois autres liquides, les rapports étant plus notablement inférieurs à celui de l'eau, et les viscosités intérieures étant un peu plus fortes, les corrections seraient toutes deux plus grandes, et conséquemment, après leur compensation, les rapports ne seraient pas beaucoup altérés.

Quant à la glycérine, le rapport 1,54 que l'expérience nous a donné directement (§ 57) pour un mélange à volumes égaux de glycérine et d'eau, est plus encore au-dessous de celui de ce dernier liquide; mais, d'autre part, comme la partie entière de la durée à l'intérieur est de 7″, on peut aussi admettre une compensation plus ou moins approchée, et considérer le rapport dont il s'agit comme correspondant sans trop d'erreur à la viscosité superficielle du mélange; or cette viscosité doit être moyenne entre celle de la glycérine pure et celle de l'eau pure; pour avoir le rapport correspondant à la première, il faut donc refaire identiquement le calcul du § 57, et l'on retrouve ainsi le nombre 1,16, qui peut dès lors être adopté pour représenter approximativement la valeur relative de la viscosité superficielle de la glycérine de Price.

§ 60. — Après toute cette discussion, l'on m'accordera, j'espère, qu'à défaut de moyen de mesure plus précis, nous pouvons, sans trop de témérité, considérer nos rapports comme exprimant, d'une manière approchée,

les viscosités superficielles relatives des liquides, en écartant, bien entendu, les rapports infinis, et en prenant, pour la glycérine, le rapport corrigé 1,16. Il ne nous reste donc plus qu'à comparer aux tensions les viscosités superficielles ainsi évaluées.

Seulement, pour que ces nouveaux rapports ne soient point de simples fractions, nous représenterons par 100 la viscosité superficielle de l'eau; une simple proportion nous donnera alors, pour chaque liquide, la viscosité superficielle dans le même système d'unités. Pour la glycérine, par exemple, nous poserons : $1,92 : 1,16 = 100 : y$, d'où $y = 60,42$. Avec les nombres ainsi obtenus, nous formerons les deux tableaux suivants :

PREMIÈRE CATÉGORIE.

LIQUIDES.	Viscosités superficielles.	Tensions des lames.	Rapports des viscosités superficielles aux tensions.
Eau	100,00	14,60	6,85
Glycérine de Price	60,42	8,00	7,55
Solution saturée de carbonate de soude . . .	91,14	8,56	10,65
— — d'azotate de potasse. . . .	96,35	11,22	8,59
— — de chlorure de calcium . . .	90,62	11,06	8,19

TROISIÈME CATÉGORIE.

LIQUIDES.	Viscosités superficielles.	Tensions des lames.	Rapports des viscosités superficielles aux tensions.
Solution de savon de Marseille à $\frac{1}{40}$.	94,79	5,64	16,81
— de savon mou de ménage à $\frac{1}{20}$ . . .	96,35	6,44	14,96
— de savon de colophane à base de potasse.	84,89	7,68	11,05
— de saponine à $\frac{1}{100}$.	Non déterminée, mais extrêmement forte.	8,74	Non déterminé, mais très-grand.
— d'albumine.	Id.	11,42	Id.

§ 61. — On le voit donc à l'inspection de ces deux tableaux : en premier lieu, les rapports de la viscosité superficielle à la tension sont tous plus grands à l'égard de ceux de nos liquides qui appartiennent à la troisième catégorie, c'est-à-dire qui donnent des bulles et une mousse volumineuse, qu'à l'égard de ceux qui appartiennent à la première et ne donnent conséquemment ni bulles ni beaucoup de mousse; de plus, sauf pour un seul, l'excès est considérable.

En second lieu, parmi les liquides du premier tableau, celui pour lequel le rapport a la valeur la plus élevée est la solution de carbonate de soude; aussi, de ces cinq liquides, c'est celui qui fournit, par l'agitation dans un flacon, la mousse la plus apparente : elle atteint un centimètre de hauteur, et emploie plus d'une heure à disparaître totalement; on peut donc conjecturer que si la solution saturée de carbonate de soude est impropre à former des bulles, elle est moins éloignée d'en donner que les quatre autres liquides.

En troisième lieu, celui des liquides du second tableau qui présente le plus petit rapport, est la solution de savon de colophane, et c'est aussi celui qui m'a fourni les bulles les moins grosses : j'ai effectué plusieurs préparations successives de ce liquide avec les mêmes substances, dans les mêmes proportions, et en employant le même procédé, mais, je ne sais pourquoi, ces préparations se sont montrées de moins en moins bonnes; la solution avec laquelle ont été faits les essais à l'aiguille (§ 50), essais dont on a déduit le nombre qui, dans le tableau, représente la viscosité superficielle, ne m'a donné que des bulles de 9 centimètres au maximum, tandis qu'avec les solutions de savon de Marseille et de savon de ménage, on obtient 25 centimètres, et, avec celles d'albumine et de saponine, 13 centimètres. Les résultats de nos deux tableaux sont donc bien d'accord avec la théorie exposée dans les §§ 31 et 32. Il y a, du reste, une petite incertitude à l'égard du savon de colophane : la tension 7,68 inscrite dans le tableau n'a pas été mesurée sur la même solution, mais sur une autre, qui résultait d'une préparation précédente, et qui donnait des bulles atteignant 12 centimètres, bien qu'à grand'peine, si mes souvenirs sont exacts.

On remarquera sans doute le peu de différence entre les rapports 10,65

et 11,05 appartenant respectivement à la solution de carbonate de soude, qui ne se laisse pas gonfler en bulles, et à celle de savon de colophane, qui en a donné d'un certain diamètre. Mais ceci encore est une conséquence de notre théorie; en effet, d'après nos tableaux, la viscosité superficielle est moindre dans le second de ces liquides que dans le premier; or il suit de la remarque énoncée à la fin du § 32, que si, avec cette viscosité superficielle assez peu énergique, le rapport 11,05 permet la formation de bulles de médiocre grosseur, ce même rapport, et, à plus forte raison, le rapport un peu moindre 10,65, peut ne plus la permettre avec une viscosité superficielle plus intense.

On comprend aussi, en vertu de la même remarque, pourquoi les bulles des solutions d'albumine et de saponine n'ont pas dépassé 13 centimètres, bien qu'à l'égard de ces liquides les rapports de la viscosité superficielle à la tension soient considérables; c'est que, par suite de l'énergie des viscosités superficielles, les rapports doivent être très-grands pour amener la possibilité de bulles volumineuses, et qu'ils ne le sont sans doute pas assez.

Enfin la remarque rappelée nous explique également pourquoi, tandis que les diamètres maxima sont sensiblement les mêmes pour ces deux liquides, le rapport est plus grand à l'égard du second; c'est que la viscosité superficielle de celui-ci est plus intense encore que celle du premier. Je crois, du reste, qu'avec la solution de saponine, je n'ai pas atteint le vrai diamètre maximum : à l'époque où j'ai cherché ce diamètre, en employant la solution du meilleur échantillon de saponine (§ 51), solution qui a servi à la mesure de la tension, j'ignorais que, pour développer les plus grosses bulles, le liquide devait être parfaitement limpide; si on l'avait rendu tel, on aurait probablement porté le diamètre un peu plus loin.

Quelques-uns des liquides de la première catégorie essayés au point de vue des calottes n'ont pu l'être, nous le savons, au moyen de l'aiguille; cependant, à l'égard du plus important d'entre eux, savoir de l'acide sulfurique, nous pouvons nous assurer, d'une autre manière, que la théorie est satisfaite. Pour qu'elle ne le fût pas, il faudrait que le rapport de la viscosité superficielle à la tension eût une valeur considérable; or la tension des lames d'acide sulfurique est très-forte : elle est égale à 12,88, et approche, on le

voit, de celle de l'eau; un grand rapport exigerait dès lors une viscosité superficielle beaucoup plus énergique que dans l'eau; mais, comme je l'ai dit à la fin du § 20, celles des calottes de l'acide en question qui n'ont que quelques millimètres de diamètre, durent souvent bien plus longtemps, et manifestent des couleurs : après une phase incolore d'une demi-minute à une minute environ, elles se moirent de rose et de vert, et, dans les plus durables, apparaissent ensuite d'autres teintes; maintenant si, à sa forte viscosité intérieure, l'acide sulfurique joignait une viscosité superficielle très-énergique, ces colorations ne pourraient évidemment se produire qu'après des phases blanches bien plus longues; l'acide sulfurique a donc une viscosité superficielle assez faible, quoique à excès positif, et conséquemment le rapport est petit.

Enfin, quoique la solution d'acétate de peroxyde de fer n'ait pu être soumise non plus à l'essai de l'aiguille, il est aisé de faire voir qu'elle satisfait également à la théorie. La tension de ses lames est 10,2, c'est-à-dire assez forte; or, si l'on ne tient pas compte du rouge et du vert qui apparaissent momentanément au bas de la plupart des calottes pour s'effacer ensuite (§ 22), et qui sont probablement dus à la petite quantité d'acide acétique libre que contient toujours ce composé, l'observation montre (*ibid.*) que la phase incolore est très-longue, et qu'ainsi la viscosité superficielle doit être très-intense; le rapport de celle-ci à la tension a donc lui-même une valeur élevée; seulement elle ne l'est vraisemblablement pas assez pour que les bulles puissent parvenir à un grand diamètre.

§ 62. — Maintenant que nous connaissons, pour presque tous nos liquides, la valeur approximative du rapport de la viscosité superficielle à la tension, nous pouvons signaler quelques nouveaux exemples de la petite influence de la viscosité intérieure; ils concernent, non plus la durée de la phase blanche, mais la durée totale des calottes. C'est, en effet, évidemment à cette influence qu'il faut attribuer les 80″ de persistance maxima des calottes de glycérine, et les 229″ des calottes de la solution saturée de chlorure de calcium, malgré la petitesse des rapports; c'est elle aussi, sans doute, qui a déterminé les 142″ des calottes de la solution saturée d'acide tartrique, ce liquide étant fort visqueux; enfin c'est par elle qu'on s'explique

pourquoi la persistance des calottes de la solution de saponine est loin d'atteindre celle des calottes de la solution d'albumine, bien que le rapport soit beaucoup plus grand à l'égard de la première.

§ 63. — Les résultats auxquels nous sommes arrivés vont nous permettre de rendre complétement raison des propriétés remarquables des bulles de liquide glycérique, et l'accord de l'explication avec les phénomènes apportera de nouveaux arguments à l'appui de notre théorie.

En premier lieu, cherchons quelle doit être la valeur approchée de la viscosité superficielle du liquide glycérique. Quand on prépare ce liquide au savon, les meilleures proportions sont celles que j'ai indiquées dans la série précédente, savoir 2,2 volumes de glycérine de Price pour 3 de solution de savon de Marseille à $\frac{1}{40}$; or on peut admettre que, dans ce mélange, les viscosités superficielles se répartissent dans le rapport des volumes; si donc on prend, dans les tableaux du § 60, les valeurs des viscosités superficielles respectives des deux ingrédients, savoir 60,42 et 94,79, la viscosité superficielle du mélange sera égale à $\frac{2,2 \times 60,42 + 3 \times 94,79}{2,2 + 3} = 80,25$; elle est, on le voit, de beaucoup inférieure à celle de l'eau.

A la vérité, je considère ici le liquide glycérique comme un simple mélange, tandis que, dans la série précédente, j'ai essayé de montrer que la glycérine forme, avec le savon et l'eau, une combinaison définie; mais si cette combinaison existe réellement, ce qui n'est pas certain, elle est trop faible pour masquer les propriétés de ses éléments.

Quant à la tension du liquide, elle ne diffère pas d'une manière appréciable de celle de la solution de savon qui en fait partie. En effet, la tension d'une lame liquide peut (§ 9) être représentée par l'expression $\frac{rp}{2}$ ou $\frac{pd}{4}$, dans laquelle p est la pression exercée par une bulle du même liquide sur l'air qu'elle emprisonne, et d le diamètre de cette bulle; or on a vu (5me série, § 28) qu'à l'égard du liquide glycérique, on a, aux températures ordinaires, $pd = 22,56$; on en déduit $\frac{pd}{4} = 5,64$, valeur qui est aussi celle de la tension d'une lame de notre solution de savon [1]. Cette iden-

[1] M. Van der Mensbrugghe a trouvé, pour le liquide glycérique (voir la première note du § 13), une valeur un peu plus forte, savoir 6; mais le liquide dont il s'est servi était ancien, et avait conséquemment subi plus ou moins d'altération.



tité ne doit pas surprendre : d'après les recherches de M. Dupré, la tension d'une solution de savon varie à peine par des changements même très-considérables dans la proportion d'eau, et sans doute la même chose a lieu quand on étend la solution avec de la glycérine; aussi, bien que la tension ci-dessus ait été mesurée à l'égard du liquide de ma 5me série, lequel contenait un peu moins de glycérine, elle convient également à celui de ma 7me série.

Dans le liquide glycérique, le rapport de la viscosité superficielle à la tension est donc égal à $\frac{80,25}{5,64} = 14,22$; or, avec une viscosité superficielle si peu intense et un rapport si élevé, le liquide dont il s'agit doit nécessairement se laisser développer en très-grosses bulles, et c'est ce que confirme l'expérience.

§ 64. — En second lieu, rappelons-nous (7me série, § 11) que lorsqu'une bulle est réalisée avec un bon liquide glycérique, la lame, après s'être graduellement atténuée jusqu'à un certain point, reprend ensuite peu à peu une nouvelle épaisseur et revient en général, avant d'éclater, au rouge et au vert des derniers ordres. J'ai montré que cette marche rétrograde est due à ce que le liquide glycérique absorbe l'humidité de l'air, et j'ai annoncé (*ibid.*, § 12) que j'étudierais de plus près la cause du phénomène; c'est ce que je vais faire actuellement.

Dès le moment où la bulle est formée, la lame qui la constitue se trouve évidemment soumise à deux actions différentes, savoir celle de la pesanteur, qui tend à l'amincir en faisant incessamment glisser les molécules depuis le sommet jusqu'au bas, et celle de l'absorption, qui tend, au contraire, à l'épaissir. Cela posé, la marche des teintes montre que la cause d'amincissement est d'abord prépondérante, mais que, plus tard, c'est la cause d'épaississement qui prédomine; il y a donc une époque de l'existence de la bulle où ces deux causes se contrebalancent, c'est-à-dire où la lame gagne autant qu'elle perd. Or on ne peut s'expliquer, à moins d'une cause particulière, pourquoi l'équilibre entre le gain et la perte ne continue pas à subsister; en effet, les épaisseurs par lesquelles la lame repasse ensuite sont égales à celles qu'elle avait antérieurement; mais, à ces époques antérieures, elle allait en s'amincissant; comment donc concevra-t-on qu'avec les mêmes épaisseurs elle ne s'amincisse plus, surtout si l'on réfléchit qu'en devenant plus aqueux,

le liquide devient plus fluide? A la vérité, il devient aussi moins dense; mais comme la densité du liquide glycérique non altéré ne surpasse que d'un dixième environ celle de l'eau pure (5me série, § 29), elle ne peut éprouver qu'une diminution très-faible, diminution compensée d'ailleurs par l'augmentation de fluidité.

§ 65. — Voici, du reste, une expérience qui prouve que le changement de densité n'est aucunement la cause du phénomène : un anneau horizontal en fil de fer est attaché par sa fourche sous le bras d'un support muni de vis calantes; on soulève jusqu'à cet anneau une capsule contenant du liquide glycérique dans lequel on le fait plonger, puis on abaisse assez rapidement la capsule; l'anneau se trouve alors occupé par une lame à laquelle une goutte demeure suspendue; si cette lame est bien horizontale, il est clair que la goutte se tient exactement en son milieu; dans le cas contraire, on l'y amène au moyen des vis du support. Cela fait, on crève la lame, et l'on en réalise une autre par le même procédé; seulement on abaisse d'abord la capsule d'une quantité insuffisante pour que le caténoïde laminaire qui se développe entre l'anneau et la surface du liquide (7me série, § 22) devienne instable, et on la maintient dans cette position pendant un temps qu'on a déterminé par un essai préalable; la lame caténoïde s'atténue alors graduellement, et, par l'abaissement ultérieur de la capsule, elle va remplir l'anneau sous une forme parfaitement plane, sans goutte suspendue, et bien horizontale.

Cette lame est d'abord incolore, mais, après quelques minutes, on la voit se barioler de rouge et de vert, puis, plus tard, prendre une teinte jaune parsemée de petites taches d'une autre couleur; plus tard encore, le jaune est remplacé par le bleu, puis par l'indigo, puis par le pourpre, après quoi les teintes rétrogradent, de sorte qu'à la fin reparait le bariolage rouge et vert des derniers ordres.

L'anneau qui m'a donné la meilleure réussite n'avait que 2 centimètres de diamètre; avec des anneaux plus grands, de 7 centimètres, par exemple, il y avait bien un commencement de rétrogradation des teintes, mais la lame éclatait toujours avant le retour au rouge et au vert; je dois dire, du

reste, que le liquide employé n'était pas excellent. Indiquons encore une précaution indispensable : les soudures des points où l'anneau s'attache aux deux branches de la fourche et celle du point où il se ferme, doivent ne présenter aucune saillie à l'intérieur de ce même anneau; quand il y a de telles saillies, la lame perd de sa forme plane dans leur voisinage, elle montre, en ces endroits, des systèmes de bandes colorées qui occupent une assez grande étendue, et elle éclate beaucoup plus tôt.

Dans cette expérience, on le voit, la lame commence également par s'amincir jusqu'à un certain point, pour aller ensuite en s'épaississant; or, comme elle est plane et horizontale, les variations de densité ne jouent évidemment aucun rôle, d'où il faut nécessairement conclure qu'elles sont de même sans influence à l'égard de la bulle, ainsi que je l'ai avancé. Quant à l'amincissement de la lame plane horizontale, il résulte de l'appel incessant opéré par les surfaces fortement concaves de la petite masse qui rattache cette lame à l'anneau (6me série, § 41), et notre expérience offre un exemple curieux de ce genre d'action.

§ 66. — Actuellement, dans le cas de la bulle, comme dans celui de la lame plane, puisqu'une résistance nouvelle se développe au fur et à mesure de l'absorption de l'humidité, on est contraint de reconnaître que cette résistance s'engendre dans les deux couches superficielles, ou, en d'autres termes, que tandis que le liquide interposé devient plus fluide, les couches superficielles le deviennent moins. Alors, en effet, tout s'explique : le liquide descend avec une difficulté et une lenteur croissantes, et la lame s'épaissit librement par l'absorption.

Or l'augmentation de viscosité superficielle par une addition progressive d'eau, suppose nécessairement que la viscosité superficielle du liquide originaire est très-inférieure à celle de l'eau, et c'est ce que nous avons effectivement trouvé (§ 63).

Mais tandis que la viscosité superficielle de la lame qui constitue notre bulle devient de plus en plus forte, la tension change très-peu (*ibid.*), de sorte que le rapport va en croissant.

Ainsi, d'une part, à cause de l'absorption continue de la vapeur d'eau, la lame ne peut, dans aucune phase de son existence, arriver à être très-

ténue, et, d'autre part, le rapport entre la viscosité superficielle et la tension demeure assez grand pour rendre les déchirements difficiles jusqu'à ce que la lame se soit assimilé une très-grande proportion d'eau. Ces deux circonstances, on le voit, rendent pleinement raison de la longue persistance de la bulle.

Arrêtons-nous un moment sur la cause qui amène enfin la rupture. Le rapport de la viscosité superficielle à la tension va, il est vrai, en croissant; mais on peut admettre qu'il ne croît pas assez en comparaison de cette viscosité, de sorte qu'il finit par être insuffisant pour le maintien de la lame. Il y a, du reste, une autre cause à assigner à la rupture : on sait que les solutions de savon très-étendues se décomposent spontanément, ce qu'on reconnaît à ce qu'elles se troublent. Cette décomposition a lieu après un temps variable, mais j'ai cru remarquer qu'elle se produit beaucoup plus tôt et pour des proportions d'eau beaucoup moindres quand la solution a été faite à chaud : ainsi, par exemple, on avait préparé, le même jour et avec le même savon, deux solutions, l'une à chaud à $\frac{1}{50}$, l'autre à froid à $\frac{1}{100}$; après refroidissement de la première, on les a étendues toutes deux jusqu'à $\frac{1}{500}$; celle qui avait été faite à chaud s'est troublée immédiatement, et l'autre est demeurée limpide; on a pu amener ensuite cette dernière, sans qu'elle s'altérât, jusqu'à $\frac{1}{1000}$, puis à $\frac{1}{2000}$, et, le lendemain, elle était encore limpide. Ajoutons qu'une autre solution, faite également à froid et amenée à $\frac{1}{2000}$, s'est troublée moins d'une heure après sa formation. Or, dans mes diverses préparations de liquide glycérique, les solutions de savon avaient toujours été faites à chaud; on peut donc croire que lorsque la lame qui constitue la bulle s'est emparée d'une grande quantité d'eau, le savon qu'elle contient se décompose, et dès lors la bulle doit évidemment éclater.

§ 67. — J'ai dit (7me série, § 17), à propos des bulles de liquide glycérique réalisées en vase clos, que, pour obtenir le plus de durée, les dimensions du vase devaient être considérables relativement à celles de la bulle; et, en effet, j'avais inutilement essayé en employant un vase de petite capacité. J'ai fait voir, en outre (*ibid.*), qu'on allait beaucoup plus loin encore si l'on plaçait préalablement des morceaux de chlorure de calcium au fond du vase; mais j'ai ajouté qu'il ne fallait pas trop dessécher l'atmos-

phère de celui-ci. L'explication de ces particularités m'avait échappé alors; aujourd'hui elle me paraît fort simple : une juste relation est nécessaire entre la cause d'amincissement et la cause d'épaississement; quand la lame trouve beaucoup de vapeur d'eau à absorber, les teintes rétrogradent trop tôt, et le liquide devient en moins de temps assez aqueux pour que la bulle éclate; quand, au contraire, la quantité de vapeur est insuffisante, soit parce que le vase est petit, soit parce qu'on en a trop desséché l'atmosphère, la lame s'atténue davantage, et se brise ainsi plus tôt par les causes accidentelles.

§ 68. — Il me reste à rendre raison du fait singulier des liquides qui fournissent une mousse épaisse et tenace, et refusent cependant de se développer en bulles à l'orifice de la pipe (§§ 23, 52 et 54). Supposons un liquide ayant une très-forte viscosité superficielle; pour qu'on puisse en former des bulles notables, il faudra, d'après la remarque du § 32, que le rapport de cette viscosité à la tension soit aussi très-grand; or imaginons qu'il ne le soit pas assez, mais qu'il se trouve à très-peu près à la limite au delà de laquelle il commencerait à permettre la réalisation des bulles. Un semblable liquide, bien que ne donnant pas de bulles ou en donnant dont le diamètre n'excède celui de l'orifice que de quelques millimètres, se recouvrira, par l'agitation, d'une mousse copieuse et durable. En effet, puisque, dans les conditions que nous lui assignons, notre liquide est peu éloigné de se laisser gonfler en bulles à un orifice de 2 centimètres environ, il doit se façonner aisément en lamelles très-petites comme celles dont se compose la mousse; de plus, par suite de l'énergie de la viscosité superficielle, ces lamelles ne peuvent s'amincir qu'avec une extrême lenteur; enfin, à cause de cette lenteur, et de la faiblesse relative de la tension, les déchirements doivent être fort rares dans les lamelles dont il s'agit, malgré l'appel opéré par les petites masses concaves dont elles sont bordées; la mousse se formera donc en abondance, et persistera longtemps.

Or les solutions de saponine et d'albumine qui ont présenté la propriété dont nous nous occupons, étaient sensiblement à la limite de la génération des bulles, et leurs viscosités superficielles devaient être suffisamment fortes, puisque ces solutions résultaient du mélange de liquides à viscosités superficielles énormes avec de l'eau, qui en possède déjà une assez intense; ces

mêmes solutions se trouvaient conséquemment dans les conditions que nous venons de discuter, et l'on admettra sans peine qu'il en est de même de la solution de gomme arabique du § 23.

§ 69. — Ainsi que nous le savons, quand une bulle d'air d'un centimètre environ de diamètre monte dans un liquide quelconque et atteint la surface, elle ne traverse pas celle-ci comme elle avait traversé les couches de l'intérieur, mais elle la soulève, comme si elle rencontrait là une pellicule résistante, et une calotte laminaire apparaît; c'est ce qui a fait penser à M. Hagen que la couche superficielle de tous les liquides est plus dense et plus visqueuse que l'intérieur. Or, nous le savons aussi maintenant, dans les liquides de notre deuxième catégorie, cette couche a, au contraire, plus de fluidité que l'intérieur; ce n'est donc pas à la viscosité propre de la couche superficielle qu'il faut recourir pour expliquer la simple génération des lames : j'ai fait voir, dans ma 6me et dans ma 7me série, que lorsqu'il s'agit seulement de cette génération en elle-même, sans avoir égard aux dimensions et à la persistance, on rend complétement raison du phénomène par la viscosité intérieure et la cohésion; mais j'ai montré, dans la série actuelle, que, pour le développement de lames grandes et assez durables, telles que celles d'eau de savon, la viscosité intérieure n'a qu'une influence très-secondaire. Quant à la cohésion, elle varie, on le sait, dans le même sens que le coefficient de la somme des courbures dans l'expression de la pression capillaire, coefficient qui, d'après les recherches de M. Hagen et de M. Dupré, n'est autre chose que la tension [1]; or cette dernière étant beaucoup plus faible dans l'eau de savon que dans l'eau pure, il en est nécessairement de même de la cohésion; conséquemment ce n'est pas non plus l'intensité de celle-ci qui rend possible la réalisation de grosses bulles, et, pour cette réalisation, des propriétés de nature toute différente doivent intervenir : j'espère avoir, sinon rigoureusement démontré, du moins rendu extrêmement probable, que

[1] J'ai admis, dans le § 24 de ma 5me et dans le § 27 de ma 7me série, que la cohésion est proportionnelle au produit $h\rho$ de la hauteur capillaire par la densité, et je ne suis pas le seul de cette opinion; dans ce cas, comme la tension est elle-même proportionnelle à ce produit, la cohésion et la tension varieraient non-seulement dans le même sens, mais encore dans le même rapport.

ces propriétés sont la viscosité superficielle et la tension; que, pour qu'un liquide se laisse facilement étendre en lames de grandes dimensions et d'une certaine persistance, il faut 1° une viscosité superficielle qui surpasse notablement la viscosité intérieure; 2° une tension relativement faible; 3° un rapport d'autant plus grand entre ces deux éléments que le premier est lui-même plus énergique.

RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR;

PAR

J. PLATEAU.

NEUVIÈME SÉRIE [1].

Causes accessoires qui influent sur la persistance des lames liquides. — Figures laminaires de très-grande durée. — Historique concernant les lames liquides. — Ascension capillaire a de grandes hauteurs dans des tubes de grands diamètres. — Constitution d'un courant gazeux qui traverse un liquide.

(*Présenté le 11 octobre 1868.*)

[1] Voir, pour les huit séries précédentes, les tomes XVI, XXIII, XXX, XXXI, XXXIII, XXXVI et XXXVII des *Mém. de l'Acad.*



RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR.

CAUSES ACCESSOIRES QUI INFLUENT SUR LA PERSISTANCE DES LAMES LIQUIDES.

§ 1. Dans la série précédente, j'ai tâché de montrer que si la cohésion et la viscosité intérieure président au développement de toute lame liquide, ces causes sont insuffisantes lorsqu'il s'agit de lames à la fois étendues et durables, comme celles d'eau de savon, et qu'alors des éléments tout différents doivent concourir, savoir une viscosité superficielle énergique et une tension relativement faible [1]. Mais quand de semblables lames sont réalisées, leur persistance est influencée par un certain nombre de causes accessoires que je vais passer en revue.

[1] A l'époque où j'ai publié ma 6me série, je ne songeais pas encore à chercher la vraie cause pour laquelle certains liquides seulement se laissent gonfler en grosses bulles; aussi ai-je énoncé, dans le § 6 de la série dont il s'agit, l'opinion fausse qu'il faut attribuer à la faiblesse de la viscosité de l'eau le défaut de persistance des lames de ce liquide. J'aurais dû signaler et rectifier la chose à la fin du § 6 de la 8me série, en parlant de la même erreur commise par M. Henry; mais je m'en suis malheureusement aperçu trop tard; je prie donc maintenant le lecteur de regarder comme supprimée cette partie du § 6 de la 6me série.

La première consiste dans les petits ébranlements que communiquent aux lames les agitations de l'air ambiant et les vibrations propagées par le sol. Ces petits ébranlements agissent sans doute en surmontant l'inertie et la résistance de frottement des molécules; ils hâtent ainsi la descente de ces dernières, et, par suite, accélèrent l'amincissement; en outre, ils déterminent, comme je l'ai avancé plusieurs fois, la rupture des portions très-atténuées. C'est en partie pour cela que les lames dont il s'agit se maintiennent en général beaucoup plus longtemps en vase clos; alors, en effet, l'une des causes d'ébranlements, savoir les mouvements de l'air, se trouve supprimée.

§ 2. Une deuxième cause est l'évaporation, quand le liquide en est susceptible. L'évaporation, comme je l'ai montré (8me série, §§ 27 et 29), produit deux effets opposés, dont l'un tend à accélérer et l'autre à ralentir l'amincissement, parce que si elle soustrait incessamment de la matière aux lames, d'autre part les molécules qu'elle enlève sont celles qui, appartenant aux faces extrêmes, descendraient le plus vite et feraient partager plus ou moins leur excès de vitesse aux molécules sous-jacentes. Les faits sur lesquels je me suis appuyé sembleraient indiquer que le second effet, celui de ralentissement, prédomine en général, d'où résulterait la conséquence singulière que l'évaporation est plutôt favorable que nuisible à la persistance; cependant voyons :

Les faits dont il s'agit se rapportent les uns à des lames d'eau, et les autres à des lames de la deuxième catégorie (8me série, § 19) présentant les teintes inverses; or les premières éclatent toujours avant de s'être beaucoup atténuées, et, dans les secondes, l'atténuation des portions les plus minces, c'est-à-dire des inférieures, s'arrête bientôt, on l'a vu, par l'arrivée continuelle du liquide découlant des portions supérieures plus épaisses; mais considérons maintenant une lame de la troisième catégorie, lame où l'amincissement peut progresser sans obstacle, par exemple une bulle de savon déposée sur un anneau. L'effet de la pesanteur est évidemment d'autant moindre sur une semblable lame que celle-ci est plus atténuée; conséquemment les quantités de liquide qui, dans des temps égaux successifs, abandonneraient, sous la seule action de la pesanteur, le haut de cette lame, iraient en diminuant au fur et à mesure de l'atténuation; mais les quantités successivement enlevées, dans les mêmes

temps, par l'évaporation sont sensiblement égales; or il suit de là que si, au commencement de l'existence de la lame, les secondes de ces quantités de liquide peuvent n'être qu'une fraction des premières, elles leur deviennent plus tard supérieures, et alors nécessairement l'évaporation active l'amincissement. On comprend même que, lorsque l'épaisseur du haut de la lame est devenue extrêmement minime, l'évaporation peut, à elle seule, l'annuler en un point, et occasionner ainsi la rupture.

On voit, d'après cette discussion, que, dans les lames de la troisième catégorie, l'instant de la rupture est hâté par l'évaporation; aussi nos calottes de solution de savon de Marseille (8me série, § 22) qui, dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, persistaient plusieurs heures, ne duraient que quatre à cinq minutes lorsqu'elles étaient produites dans le bocal toujours fermé, mais sans saturation de son atmosphère; si on les avait formées à l'air entièrement libre, nul doute qu'elles n'eussent éclaté plus tôt encore.

En supprimant l'évaporation par un procédé un peu différent du mien, le Dr Reade [1] a réalisé des lames planes d'eau de savon se conservant au delà de 24 heures. Voici comment il opérait : il introduisait une petite quantité d'eau de savon dans une fiole allongée qu'il faisait ensuite chauffer à 100° au bain-marie; quand il présumait que la vapeur produite à l'intérieur avait expulsé tout l'air de la fiole, il bouchait hermétiquement celle-ci, puis, après l'avoir laissée refroidir, il y formait une lame plane transversale. Par ce moyen, on le voit, la lame se trouve, comme nos calottes, dans un espace saturé de vapeur d'eau; si donc la fiole est posée verticalement, de sorte que la lame soit horizontale et qu'ainsi l'action de la pesanteur soit éliminée en même temps que l'évaporation, cette lame est dans les conditions du § 25 de la 7me série, c'est-à-dire qu'il ne reste plus, pour l'amincir et en amener la rupture, que l'action des surfaces concaves de la petite masse qui la borde, plus les petits ébranlements du sol; elle doit conséquemment, comme celles du paragraphe cité, persister fort longtemps.

Le liquide glycérique, nous le savons, non-seulement n'émet pas de vapeurs, mais absorbe, au contraire, l'humidité de l'air ambiant, et c'est

[1] *On a permanent soap bubble, illustrating the colours of thin plates.* (PHILOS. MAGAZ., 1837, nouvelle série, vol. XI, p. 375.)

(8me série, § 66) en partie à cause de cela que les lames de ce liquide ont une si grande persistance, même à l'air libre.

§ 3. En troisième lieu, dans le cas particulier du liquide glycérique, la température a, nous le savons aussi, une influence notable : comme on l'a vu par les tableaux des §§ 8 et 10 de la 7me série, ces lames montrent des persistances beaucoup plus inégales en hiver qu'en été.

§ 4. En quatrième lieu, puisque la pesanteur fait incessamment descendre le liquide vers le bas des lames, il est clair qu'en supprimant, d'une manière ou d'une autre, l'action de cette force, on doit augmenter la persistance. La condition dont il s'agit se trouve évidemment remplie, ainsi que je l'ai fait remarquer plusieurs fois, à l'égard d'une lame plane et horizontale; mais, pour juger de son efficacité, il faut comparer, au point de vue de la durée, une semblable lame avec une lame inclinée ou verticale, formée du même liquide et ayant les mêmes dimensions. J'ai effectué cette comparaison sur des lames réalisées à l'air libre, dans des anneaux en fil de fer de 7 centimètres de diamètre, avec la solution de savon de Marseille à $\frac{1}{40}$. Pour la lame horizontale, j'ai employé le procédé du § 65 de la série précédente; quant à l'anneau vertical, il était porté par une simple tige fixée en un point de son contour dans le prolongement d'un diamètre, et on l'attachait sous la potence par l'autre extrémité de cette tige; pour former la lame, on amenait sous lui un vase plein du liquide, dans lequel on le faisait plonger entièrement, et qu'on abaissait ensuite. Avec chaque anneau, l'expérience a été répétée vingt fois.

Dans l'anneau horizontal, les lames ont persisté de 16″ à 30″, et la moyenne a été de 25″; dans l'anneau vertical, les valeurs extrêmes ont été 9″ et 18″ et la moyenne 13″. Ainsi, parmi les causes accessoires dont nous nous occupons, il faut ranger la position, ou mieux le plus ou moins d'inclinaison des lames.

Avec certains liquides, on annule encore l'action de la pesanteur en développant les lames au sein d'un autre liquide de même densité, et alors l'inclinaison est indifférente : c'est ainsi que les lames d'huile, qui s'atténuent si rapidement et durent si peu dans l'air (8me série, § 21), acquièrent, au contraire, une grande persistance quand elles sont engendrées dans le liquide alcoolique (2me série, §§ 31 à 35, et 5me série, §§ 3 à 7).

§ 5. En cinquième lieu, j'ai déjà dit (6me série, § 41) que les assemblages de lames liquides se maintiennent toujours beaucoup moins longtemps que les figures formées d'une seule lame, et j'en ai indiqué la raison : c'est que les surfaces fortement concaves des petites masses qui constituent les arêtes liquides, et surtout celles qui existent aux points de jonction de ces arêtes tant entre elles qu'avec les fils solides de la charpente, déterminent un appel incessant du liquide des lames, et contribuent de la sorte puissamment à l'atténuation de celles-ci. La combinaison des lames en systèmes est donc également au nombre des causes accessoires qui modifient la persistance.

§ 6. En sixième lieu, j'ai rappelé (8me série, § 18) que les lames persistent en général d'autant plus qu'elles sont moins grandes. Bien que le fait soit plus ou moins connu, je ne crois pas inutile de rapporter quelques résultats obtenus par moi :

1° On a réalisé, avec le liquide glycérique, des systèmes laminaires dans deux charpentes prismatiques triangulaires semblables, mais dont l'une avait toutes ses arêtes longues de 7 centimètres, et l'autre des dimensions moitié moindres. Chacune de ces charpentes était fixée, par la queue de sa fourche, sous une potence, de manière que ses arêtes latérales fussent verticales, et, pour former le système, on se servait du même procédé qu'à l'égard de l'anneau vertical dans les expériences du § 4. Avec l'une et avec l'autre charpente, on a répété sept fois l'observation; les persistances se sont montrées très-variables; mais, avec la grande charpente, les plus longues ont été 32′ et 37′, et, avec la petite, 60′ et 75′.

On a essayé aussi, de la même manière, les systèmes de deux charpentes tétraédriques, l'une de 8 centimètres d'arête, l'autre de 5; on a répété également les observations plusieurs fois; mais, pour la grande charpente, l'instant de la rupture a échappé à l'attention, sauf à l'égard de la plus longue persistance, qui a été de 2 heures; pour la petite, les plus longues persistances ont été 2 heures et 2 heures 36 minutes.

2° On a produit, avec le liquide glycérique encore, des lames planes horizontales dans deux anneaux en fil de fer, l'un de 7, l'autre de 2 centimètres de diamètre; dans le premier, la durée maxima a été d'une heure environ, et, dans le second, elle a dépassé 12 heures.

3° Une bulle de 10 centimètres de diamètre, gonflée avec la solution de savon de Marseille, a été déposée sur un anneau dans l'intérieur d'un vase dont l'atmosphère était saturée de vapeur d'eau; elle a persisté à peu près une heure. On y a substitué une bulle du même liquide, mais d'un diamètre moitié moindre, et celle-ci n'a disparu qu'après 2 heures.

La durée plus grande des lames de moindres dimensions est, comme je l'ai dit, ce qui a lieu ordinairement; mais quelquefois cette influence de l'étendue ne se manifeste pas : j'ai fait, par exemple, plusieurs séries d'observations sur des lames de solution de savon réalisées dans des anneaux de 10, 7, 2 et 1 centimètres de diamètre, et les durées moyennes n'ont pas présenté de différences notables.

Si la persistance diminue en général quand les lames augmentent en dimensions, cela tient simplement, je pense, à ce que plus une lame est grande, plus il y a de chances pour que l'un ou l'autre de ses points cède à quelque cause de rupture; mais il faut tenir compte d'une autre influence, qui agit en sens opposé : l'amincissement dû à l'appel des petites surfaces concaves qui règnent tout le long du contour d'une lame est nécessairement d'autant plus lent, à égalité de contour, que la lame a plus de surface, et, à égalité de surface, qu'elle a moins de contour; on déduit aisément de là que, dans un anneau circulaire, la lenteur de l'amincissement croît avec le diamètre. Si donc cette dernière influence agissait seule, la persistance irait en augmentant avec la grandeur; or, on le comprend, il peut se faire, dans certaines circonstances, que les deux influences contraires dont je viens de parler se compensent plus ou moins.

§ 7. En septième lieu enfin, il faut encore faire entrer en ligne de compte la nature du solide auquel adhère une lame, et l'état de la surface de ce solide : nous savons, par exemple, que si l'on n'a pas oxydé les anneaux ou les charpentes en fil de fer, les lames de liquide glycérique qu'on y réalise se brisent immédiatement, ou n'ont qu'une très-courte durée. J'ai signalé, dans les §§ 31 et 32 de la 5me série, un autre fait de même nature : une bulle de liquide glycérique de 2 centimètres de diamètre, gonflée à l'orifice d'un tube de verre et enfermée dans un petit bocal, s'est maintenue pendant 24 heures, tandis que d'autres bulles du même diamètre, formées du même liquide et

enfermées dans le même bocal, mais gonflées à l'orifice d'un tube en fer oxydé ayant même diamètre extérieur que le tube de verre, n'ont persisté au maximum que 14 heures.

M. l'abbé Florimond [1] a annoncé qu'on peut gonfler des bulles de savon beaucoup plus grosses avec une pipe de verre qu'avec une pipe de terre; il attribue cette différence à ce que l'argile happe ou retient le liquide, de sorte que la lame sphérique naissante ne se développe qu'aux dépens de son épaisseur, tandis qu'avec la pipe en verre, le liquide glisse aisément jusqu'à l'extrême bord de l'orifice, et que la bulle acquiert ainsi un certain volume avant que la lame qui la constitue s'amincisse.

§ 8. Il suit de cet examen de toutes les influences accessoires qu'avec une lame de dimensions données, on obtiendra la plus grande persistance si cette lame est plane, horizontale, attachée par tout son contour à une paroi de verre, soustraite à toute évaporation, à l'abri des agitations de l'air ambiant et, autant que possible, des trépidations propagées par le sol. Or toutes ces conditions étaient satisfaites à l'égard de la lame de liquide glycérique de 7 centimètres de diamètre dont j'ai parlé dans le § 25 de ma 7me série; aussi elle a persisté 18 jours, et n'a probablement éclaté que par suite d'un ébranlement assez violent imprimé au plancher. Les mêmes conditions étaient également satisfaites à l'égard des lames d'eau de savon dans l'expérience du Dr Reade (§ 2), et, nous l'avons vu, la persistance de ces dernières était de plus de 24 heures.

Figures laminaires de très-grande durée.

§ 9. La beauté des figures laminaires de liquide glycérique inspire naturellement le désir d'avoir les mêmes figures tout à fait permanentes. Pour l'une d'elles, la sphère, on atteint ce but avec du verre fondu; chacun sait, en effet, qu'on souffle des bulles sphériques en verre, bulles qui, une fois refroidies, se maintiennent indéfiniment; on peut même atténuer tellement la lame qui les constitue, qu'elle montre des couleurs; mais la réalisation, avec la même substance, des autres figures, surtout de celles qui consistent

[1] Journal *Le Cosmos*, 1862, vol. XX, p. 72.

en un assemblage de lames, offrirait des difficultés, et, dans tous les cas, serait peu commode.

La première idée qui se présente, est d'employer un liquide dont les lames se solidifient par simple évaporation à froid, tel que le collodion, une solution d'albumine, etc.; mais, avec un semblable liquide, on ne parvient à quelques résultats qu'en se bornant à des figures de très-petites dimensions. Le liquide qui m'a donné la meilleure réussite est une solution de gutta-percha dans le sulfure de carbone : avec cette solution, j'ai obtenu un très-joli petit système dans une charpente cubique dont les arêtes avaient deux centimètres de longueur; ce petit système s'est conservé plusieurs mois, après quoi il s'est réduit spontanément en poudre. J'ai essayé inutilement avec une charpente de trois centimètres de côté. Pour tâcher d'arriver à des figures plus grandes, il faut donc recourir à des substances qui, ainsi que le verre, ne sont liquides qu'à chaud, et en chercher une qui remplisse la double condition de ne pas exiger, pour se fondre, une très-haute température, et de se laisser développer, à l'état fondu, en lames d'une étendue suffisante.

On verra, plus loin, que Morey a obtenu, avec de la résine, des bulles allongées atteignant la grosseur d'un œuf, formées d'une lame assez mince pour montrer des couleurs, et qui paraissaient devoir être indéfiniment permanentes.

M. Böttger [1] a trouvé qu'avec un mélange de 8 parties de colophane et d'une partie d'huile de lin purifiée, fondu au bain-marie et maintenu à la température d'environ 97°, on gonfle aisément de grosses bulles qui persistent longtemps; seulement il n'indique pas leur durée. Avec ce même mélange, M. Rottier a essayé, à ma prière, la réalisation du système laminaire d'une charpente prismatique triangulaire dont les bases avaient 4 centimètres de côté, et dont la hauteur était de 7 centimètres; le système se formait toujours très-bien, et gardait certainement son intégrité un grand nombre d'heures; mais, toujours aussi, on trouvait, le lendemain, l'une des lames trouée.

M. Mach [2] a obtenu, avec de la colophane purifiée fondue, sans mélange

[1] *Beiträge zur Physik und Chemie.* Frankfurt a. M., 1838, p. 13.

[2] *Ueber die Molecularwirkung der Flüssigkeiten.* (Comptes rendus de l'Académie de Vienne, 1862, vol. XLVI, 2me section, p. 125.)

d'huile, le système laminaire du tétraèdre régulier dans une charpente de 5 centimètres de côté; mais il n'en a pas observé la durée, les expériences qu'il avait en vue exigeant qu'il détachât le système.

Enfin j'ai réussi d'une manière à peu près complète au moyen d'un mélange d'une partie de gutta-percha pure et de 5 parties de colophane, maintenu à la température d'environ 150°. On avait purifié préalablement la colophane en la fondant à une température suffisante, et attendant que la faible quantité d'essence qu'elle contenait encore se fût dégagée sous forme de petites bulles, et que toutes les impuretés solides eussent gagné le fond. M. Donny a bien voulu faire l'expérience à son laboratoire : la charpente était celle d'un cube de 5 centimètres de côté; le système laminaire ne s'est pas réalisé sans une certaine difficulté, et, lorsqu'on l'a obtenu complet, il était plus ou moins irrégulier; mais, en le maintenant ensuite pendant quelques instants dans une étuve chauffée à 70° environ, et l'y retournant en différents sens, on a vu les irrégularités s'effacer. Dans le système tel qu'il s'est montré après cette dernière opération, les lames étaient fort transparentes, mais les arêtes n'avaient pas une grande finesse, et différaient, sous ce rapport, les unes des autres. Ce même système était très-solide, et s'est conservé pendant plus de deux ans, je pense; après ce temps, un choc léger l'a réduit en fragments, d'où il faut conclure que la constitution de ses lames s'était lentement altérée. Je crois qu'on réussirait mieux encore et que l'altération progressive serait moindre, si l'on employait une proportion un peu plus forte de colophane.

Historique concernant les lames liquides.

§ 10. Terminons la partie de notre travail spécialement consacrée aux lames liquides, par un exposé succinct de tout ce qui, à notre connaissance, a été fait sur ces mêmes lames en dehors de nos propres recherches.

On lit dans les *Petites chroniques de la science* de M. Henry Berthoud [1]:

« Le musée du Louvre possède un vase étrusque de la plus haute antiquité, provenant de la collection Campana, et sur les flancs duquel se trou-

[1] Année 1866, p. 265.

vent représentés des enfants qui soufflent dans des chalumeaux et qui s'amusent à faire des bulles de savon. »

Il paraît donc que les anciens connaissaient les sphères laminaires complètes obtenues par insufflation à l'extrémité d'un tube; néanmoins leurs ouvrages ne contiennent, que je sache, rien ayant trait à ces bulles; ils parlent seulement des calottes laminaires développées à la surface de l'eau :

Intumuit sic, ut pluvio perlucida cœlo
Surgere bulla solet.....

(Ovide, *Métamorph.*, liv. X, v. 732.)

..... *offensæ bulla tumescit aquæ.*

(Martial, liv. VIII, épigr. 33, v. 18.)

§ 11. Suivant une hypothèse très-ancienne, mais dont, je pense, on ignore l'auteur, la vapeur d'eau visible, celle qui constitue les nuages et les brouillards, serait formée de très-petites bulles creuses, auxquelles on a donné le nom de vésicules. Cette hypothèse, fondée principalement sur la légèreté apparente des nuages et sur le fait qu'on n'observe jamais d'arc-en-ciel dans un nuage qui ne se résout pas en pluie, est bien connue des physiciens, et je me bornerai ici à la mentionner; mise en vogue par Saussure, elle a été fortement combattue depuis, et aujourd'hui elle n'a plus guère de partisans.

Boyle paraît être le premier qui ait dirigé l'attention des savants sur les couleurs des lames minces, et spécialement des lames liquides. Dans un écrit [1] de l'année 1663, il s'exprime ainsi :

« Pour montrer aux chimistes qu'on peut faire apparaître ou disparaître des couleurs là où il n'y a ni augmentation ni changement du principe sulfureux, salin ou mercuriel des corps, je ne recourrai pas à l'iris produit par le prisme de verre, ni aux couleurs qu'on voit, par une matinée sereine, dans celles des gouttes de rosée qui réfléchissent ou réfractent convenablement vers l'œil les rayons de la lumière; mais je leur rappellerai ce qu'ils peuvent observer dans leurs laboratoires : car si l'on secoue une huile essentielle chimique ou de l'esprit-de-vin concentré jusqu'à ce que des bulles se développent à sa surface, celles-ci offrent des couleurs brillantes et variées qui

[1] *Experiments and observations upon colours.*



s'évanouissent toutes à l'instant où le liquide qui constitue les lames retombe dans le reste de l'huile ou de l'esprit-de-vin; on peut donc faire en sorte qu'un liquide incolore montre des couleurs diverses et les perde en un moment, sans augmentation ni diminution de l'un quelconque de ses principes hypostatiques. Et, pour le dire en passant, il est digne de remarque que certains corps, soit incolores, soit colorés, étant amenés à une grande minceur, acquièrent des couleurs qu'ils n'avaient pas auparavant; en effet, sans insister sur la variété de couleurs que l'eau rendue visqueuse par le savon acquiert lorsqu'elle est gonflée en bulles sphériques, la térébenthine, quand on y insuffle de l'air d'une certaine manière, fournit des bulles diversement colorées, et, bien que ces teintes s'évanouissent dès que les bulles éclatent, celles-ci continueraient probablement à manifester des nuances variées sur leur surface si leur texture était suffisamment durable. »

Boyle cite comme exemple de ces couleurs permanentes, celles qu'il a vues sur des lames extrêmement minces de verre soufflé.

En 1672, Hooke communiqua à la Société royale une curieuse note [1], dont voici la traduction presque entière :

« Plusieurs petites bulles furent gonflées, au moyen d'un petit tube de verre, avec une solution de savon. On observa aisément qu'au commencement de l'insufflation de chacune d'elles, la lame liquide orbiculaire, qui emprisonnait un globe d'air, se montrait blanche et limpide, sans aucune apparence de couleur; mais, après quelque temps, la lame s'amincissant par degrés (une partie de sa substance descendant vers le bas et une autre partie se dissipant dans l'air par l'évaporation), on vit naître sur sa surface toutes les variétés de couleurs qu'on peut observer dans l'arc-en-ciel... Après que ces couleurs eurent subi leurs derniers changements, la lame commença à se montrer de nouveau blanche, et alors, dans cette seconde lame blanche, apparurent, vers le haut et vers le bas, des trous, qui augmentèrent graduellement en diamètre, et plusieurs d'entre eux se confondirent, jusqu'à ce qu'à la fin ils devinssent très-grands. Il était singulier de voir comment ces trous étaient poussés çà et là, par les mouvements de l'air ambiant, sur le

[1] *Birch, History of the Royal Society*, vol. III, p. 29.

globe d'air emprisonné, sans que la bulle perdît sa forme orbiculaire ou tombât. Il est singulier aussi qu'après cela, quand la bulle éclate, sa rupture ait lieu avec une espèce d'explosion, en dispersant ses parties en une sorte de poussière ou de brouillard. Il est plus singulier que ces portions de la bulle qui se montrent comme des trous, en se mouvant de côté et d'autre sur la surface du globe aérien, changent de forme, et de circulaires deviennent elliptiques ou affectent des figures ondulées..... Il est plus singulier encore que, quoiqu'il soit très-certain que l'air enveloppant et l'air enveloppé ont des surfaces, cependant, par aucun des moyens dont j'ai fait usage, elles ne m'ont présenté ni la réflexion ni la réfraction que manifestent les autres parties de l'air emprisonné. Il est assez difficile d'imaginer quel curieux réseau ou corps invisible pourrait ainsi maintenir la forme de la bulle, ou quelle espèce de magnétisme pourrait empêcher la lame liquide de tomber ou les parties de l'air enveloppant et de l'air enveloppé de s'unir..... »

Tous les physiciens savent que Newton a fait servir les bulles de savon à ses admirables recherches sur les couleurs des lames minces. Les expériences qu'il effectua par ce moyen, et qui sont décrites dans son *Optique* [1] (année 1704), sont trop connues pour que je les rappelle ici; j'insisterai seulement sur les points suivants : Newton employait, non des bulles complètes, mais des calottes laminaires développées à la surface du liquide; il a observé la tache noire du sommet, les petites taches colorées qui montent et descendent sur la calotte, ainsi que les petites taches noires qui grimpent jusqu'à celle du sommet, à laquelle elles s'unissent; il n'a constaté l'apparition du bleu du 1er ordre qu'avec une solution très-chargée de savon, et, dans ce cas, il a vu quelquefois le bleu dont il s'agit envahir toute la calotte; enfin on peut inférer de sa description que l'uniformité de teinte, et conséquemment l'uniformité d'épaisseur de la lame, s'est montrée quelquefois aussi pour des couleurs autres que le bleu du 1er ordre.

Leidenfrost, qui, on le sait aussi, a découvert le phénomène de l'état sphéroïdal des liquides, consacre une grande portion du mémoire [2] où il

[1] Livre II, 1re partie, obs. 17 à 24.

[2] *De aquæ communis nonnullis qualitatibus tractatus.* Duisburg.

expose ce sujet, à une étude détaillée des bulles de savon. Ce travail, publié en 1756, et dont j'ai déjà dit quelques mots au § 3[bis] de la série précédente, est un singulier mélange d'ingénieuses expériences et de déductions judicieuses avec quelques observations qui doivent être inexactes, et des opinions bizarres dont l'erreur est aujourd'hui évidente.

Si Leidenfrost s'occupe des bulles de savon, c'est, on aurait peine à le croire, en partie pour fournir une preuve ultérieure en faveur de cette proposition qu'il a précédemment soutenue, que l'eau peut passer à l'état solide sans l'action du froid. Pour lui, en effet, une bulle de savon, lorsqu'on a enlevé avec le doigt la goutte qui y demeure quelquefois suspendue, c'est-à-dire le liquide excédant la quantité précise nécessaire à sa formation, possède les propriétés des solides : 1° elle a par elle-même, comme eux, une figure déterminée; 2° de même qu'on renferme un liquide dans un flacon de verre, de même aussi on peut renfermer dans la bulle, non un liquide, à cause de la fragilité de la lame, mais de la fumée de tabac, par exemple, fumée qui y demeure parfaitement emprisonnée comme dans une enveloppe de verre; 3° la bulle, débarrassée de tout liquide excédant, est sèche, car elle ne mouille pas le doigt qui la touche; 4° enfin si l'on dépose doucement sur une semblable bulle une petite goutte d'eau, celle-ci, loin de se mêler à la substance de la lame, glisse jusqu'au bas, comme elle glisserait sur du verre, et tombe ensuite ou peut être enlevée avec le doigt. D'après cela, comme un solide ne saurait couler, Newton doit s'être trompé en attribuant les couleurs de la bulle à ce que la lame s'amincit par l'écoulement graduel du liquide qui la constitue.

Cette nature solide de la lame s'explique de la manière suivante : dans les liquides, les molécules sont attirées également de tous les côtés, de sorte qu'elles sont également mobiles dans tous les sens, tandis que, dans les solides, il y a des centres particuliers d'attraction qui font que les molécules se groupent d'une manière déterminée, comme on le voit dans les cristaux; de là résulte qu'il suffit d'un certain mouvement, d'une certaine direction imprimée aux molécules d'un liquide pour déterminer chez elles l'arrangement qui fait passer le corps à l'état solide. C'est ainsi que l'araignée et les chenilles, en expulsant par leurs filières, dans une direction commune, les molécules d'une

substance liquide, changent celle-ci en une matière solide, et c'est encore ce qui se produit quand on gonfle une bulle.

A propos de la bulle pleine de fumée, Leidenfrost dit : « ..... sur une bulle ainsi rendue opaque au moyen d'une fumée intérieure, les couleurs décrites par Newton sont réfléchies avec beaucoup plus d'éclat, de sorte que la bulle ressemble à un astre brillant; mais toute cette gloire s'évanouit à l'instant de la rupture : la fumée fétide qui s'échappe alors apprend de quelle ordure la bulle était remplie, et cette dernière nous offre ainsi un emblème frappant des misères dorées de l'humanité. »

Il signale la grande élasticité des bulles, celles-ci reprenant toujours spontanément leur forme sphérique dès que la cause extérieure qui la leur avait fait perdre vient à cesser.

On lui doit aussi l'observation du fait important que les bulles persistent bien plus longtemps en vase clos qu'à l'air libre : les siennes avaient environ 5 centimètres de diamètre, il les gonflait à l'intérieur d'un ballon de verre, et elles se maintenaient au delà d'une heure. Il attribue cette grande persistance à ce que les bulles sont alors soustraites aux agitations de l'air ambiant et à toutes les causes accidentelles de rupture. Il énonce, du reste, cet autre fait, que les bulles durent d'autant plus qu'elles sont plus petites : il en a réalisé qui n'avaient guère que $\frac{1}{5}$ de millimètre en diamètre, et elles se sont conservées plus de deux jours à l'air libre et pendant l'été.

Le premier encore il a remarqué que lorsque, après avoir gonflé une bulle à l'extrémité d'un tube, on laisse ouvert l'autre bout de celui-ci, la bulle diminue graduellement de grosseur, avec une vitesse accélérée, jusqu'à s'annuler, en chassant par le tube l'air qu'elle renfermait; il dit, en outre, que si l'on a rempli la bulle de fumée, on voit cette dernière sortir du tube comme d'une cheminée. Il conclut de là que la bulle fait constamment effort pour se contracter. Il ajoute les observations suivantes :

La bulle, au commencement de sa formation, tant qu'elle ne montre pas de vives couleurs, est à la fois si molle et si tenace, qu'on peut y faire pénétrer et en retirer impunément une pointe solide, même obtuse; l'ouverture se referme toujours spontanément. Mais plus les couleurs prennent d'éclat, plus la lame devient rigide, de sorte que si on la perce, elle se brise. C'est sur-

tout dans les taches noires que cette rigidité est extrême : là le moindre contact d'une pointe d'aiguille suffit pour déterminer la rupture; alors la bulle éclate avec un bruit perceptible, et se dissipe en une infinité de très-petites parties projetées de tous les côtés jusqu'à trois ou quatre pieds de distance. Ce phénomène se constate le mieux dans un rayon de soleil; il est tout à fait analogue à celui que présentent les larmes bataviques. Ainsi la bulle, outre sa force contractile, possède en même temps une force opposée, une force explosive. Cette dernière force agit toujours de dedans en dehors, car si à l'intérieur d'une bulle on en gonfle une autre, la rupture de celle-ci fait éclater l'extérieure, tandis que si l'extérieure se brise la première, elle laisse l'autre parfaitement intacte. Il y a donc, dans une bulle, deux forces contraires, l'une centripète, qui réside surtout dans les portions incolores, l'autre centrifuge, qui a son siége dans les portions colorées, et qui est à son maximum dans les taches noires.

La force explosive est d'autant plus intense que la solution contient une plus forte proportion d'eau, car la bulle éclate d'autant plus tôt et lance d'autant plus loin les particules dans lesquelles elle se résout; en même temps la force contractile est d'autant plus faible. Au contraire, plus il y a de savon, moins la force explosive a d'intensité, et plus est énergique la force contractile [1]. De là la conséquence que la force explosive provient de l'eau, et la force contractile du savon, ou plutôt de l'huile de ce dernier, les bulles variant en persistance suivant la nature de l'huile qui entre dans la composition du savon.

Dès que la lame qui constitue une bulle passe à l'état solide, il s'y produit une séparation de ses éléments, et alors elle se trouve formée de trois membranes superposées; l'extérieure consiste dans la partie huileuse du savon; c'est elle qui possède la force contractile; elle protége les deux autres contre la rupture, car c'est pendant qu'elle s'étend encore sur la totalité de la bulle,

[1] Ces dernières observations sont évidemment en partie inexactes : la force contractile, c'est-à-dire la tension, ne peut augmenter, et doit plutôt diminuer quand on augmente la proportion de savon (8me série, § 63); Leidenfrost, qui ne donne aucune mesure à cet égard, juge sans doute du plus ou moins d'intensité de la force dont il s'agit, uniquement par le plus ou moins de persistance de la bulle.

que celle-ci est difficile à briser. Mais bientôt cette membrane extérieure perd son égalité, s'ouvre du haut, descend en devenant graduellement plus épaisse vers le bas, et laisse ainsi à découvert la partie supérieure de l'ensemble des deux autres; on doit conclure de cette descente progressive et de cette accumulation au bas, que la membrane en question n'est pas véritablement solide; enfin c'est à elle que sont dues les couleurs. La membrane intermédiaire, qui est saline et en partie terreuse, se montre toujours blanche, mais sans beaucoup d'éclat; elle s'ouvre ensuite à son tour, et met à nu des portions de la plus intérieure. Celle-ci est d'une transparence extrême, ne réfléchit aucune couleur et, pour ainsi dire invisible, paraît comme une tache noire; elle est tout entière aqueuse.

Pour établir que la membrane extérieure est de nature huileuse, Leidenfrost se fonde surtout sur les apparences successives que présentent les portions colorées dans une bulle gonflée avec une solution contenant peu de savon; il affirme que, lorsque toute la substance de cette membrane s'est rassemblée au bas de la bulle, son seul aspect montre qu'elle est formée d'une matière grasse. Il indique, en outre, l'expérience suivante : si l'on trempe dans la solution l'orifice d'un large tube, puis qu'on l'en retire, on le trouve occupé par une lame plane, et si l'on place cette lame verticalement, on ne tarde pas à y voir naître des couleurs qui manifestent d'une manière indubitable la séparation des trois membranes. Leidenfrost a donc réalisé aussi des lames planes, et en a observé les bandes colorées. C'est encore, dit-il, par la même raison que les couleurs apparaissent plus tôt et plus vivement aux températures basses de l'hiver, l'huile se séparant plus aisément par le froid. D'après lui, si l'on emploie un liquide dans lequel les parties huileuse, saline et aqueuse sont unies avec plus de force que dans l'eau de savon, de sorte que la séparation de l'élément graisseux ne puisse s'effectuer, on ne distingue plus de couleurs. Comme exemples de semblables liquides, il cite surtout la salive d'un homme jeune, sain et à jeun, et une solution de savon à laquelle on a ajouté un peu d'esprit-de-vin. Il infère de tout cela que, très-probablement, l'eau parfaitement pure ne peut jamais donner de lames colorées.

Il indique comme preuve ultérieure de l'erreur commise, selon lui, par Newton, en ce qui concerne la génération des couleurs, que les taches noires,

au lieu de se fondre insensiblement dans le blanc qui les entoure, sont nettement terminées à leurs bords, et qu'elles naissent non-seulement au haut de la bulle, mais aussi sur les côtés.

Il mesure, par un moyen simple indépendant des couleurs, l'épaisseur de la lame au moment où la bulle vient d'être formée : il se sert, pour gonfler celle-ci, d'un tube de thermomètre, et trouve qu'en employant seulement la quantité de liquide qui s'élève dans ce tube par la capillarité, la bulle, dont le diamètre maximum est de deux pouces, ne porte aucune goutte suspendue; il considère l'épaisseur de la lame comme étant alors uniforme, et il l'évalue d'après le diamètre de la bulle et le poids du liquide que contenait le tube; il obtient de cette manière $\frac{1}{15624}$ de pouce (environ $\frac{1}{600}$ de millimètre).

Partant toujours de son principe des trois membranes et de l'idée que la plus intérieure n'est formée que d'eau pure, il calcule, par le même procédé, l'épaisseur de cette dernière connaissant la proportion d'eau de la solution, et trouve cette épaisseur égale à $\frac{1}{17577}$ de pouce (environ $\frac{1}{670}$ de millimètre); or comme ses bulles ont leur diamètre maximum, de telle sorte qu'elles éclatent et se réduisent en une espèce de poussière si l'on continue à souffler, il en conclut que, jusqu'à cette limite de minceur seulement, les molécules d'eau peuvent demeurer unies, et qu'ainsi le diamètre d'une de ces molécules n'excède pas la valeur ci-dessus. Il déduit de la même méthode encore que le diamètre des molécules de l'huile n'est pas supérieur à $\frac{1}{303851}$ de pouce (environ $\frac{1}{12000}$ de millimètre). Leidenfrost a donc eu la pensée de chercher des limites supérieures aux diamètres moléculaires.

Il avance que la lame qui constitue une bulle a des pores d'une grandeur notable, et il essaie de le prouver par les deux observations suivantes, qui sont évidemment erronées : quand on commence à gonfler une bulle, une grande partie de l'air qu'on y fait entrer s'échappe par ces pores, car, si l'on souffle avec force, un courant d'air perceptible se fait sentir à l'extérieur de la bulle; de la fumée introduite ne passe pas ainsi au dehors, mais si une bulle qui ne contient que de l'air est maintenue au-dessus de la flamme d'une lampe, la fumée noire de celle-ci pénètre à travers la lame et rend opaque l'air intérieur.

Leidenfrost voit des lames et des bulles partout : pour lui, l'air atmosphérique est composé de petites bulles, ou plutôt de petites lamelles aqueuses; c'est une sorte de mousse qui s'est élevée de la surface des eaux; enfin les animaux et les plantes sont formés de petites bulles de savon et de petits tubes de la même matière. On me permettra de passer sous silence les motifs sur lesquels il appuie de semblables opinions.

J'ai lu quelque part qu'un physicien avait autrefois essayé, mais sans succès, de solidifier des bulles de savon en les congelant. J'ai fait d'inutiles recherches pour retrouver ce renseignement, de sorte que je ne puis indiquer ni le nom du physicien ni l'époque de son expérience.

§ 12. Passons au siècle actuel. En 1820, Morey annonça [1] qu'on peut gonfler, avec de la résine fondue, des bulles dont les dimensions atteignent celles d'un œuf, et qui présentent des couleurs. D'après lui, on obtient ainsi, en général, une file de bulles dont chacune est attachée à la suivante par un mince filet; il ajoute qu'il en conserve depuis huit mois sans qu'elles aient subi d'altération. Il raconte ensuite qu'une petite fille accourut un soir vers lui et lui montra une semblable file parfaitement régulière de 22 à 23 petites bulles, ayant chacune environ un tiers de pouce (8^{mm}) de longueur et un quart de pouce (6^{mm}) de largeur; les minces filets intermédiaires avaient, en longueur, moins d'un huitième de pouce (3^{mm}). Morey déclare qu'il n'a aucune idée de la cause qui produit cette succession alternative de bulles et de filets.

J'ai dit, au § 5 de la série précédente, que, dans un mémoire [2] de 1830, le D[r] Hough paraît être amené à l'idée de la tension des surfaces liquides, uniquement en partant de la forme sphérique des gouttes liquides et des bulles de savon; que cette idée le conduit à celle d'une pression exercée sur l'air intérieur par la lame qui constitue une bulle ou une calotte, mais qu'en cherchant la loi qui lie cette pression au diamètre, il se trompe complétement.

[1] *Bubbles blown in melted rosin* (Journ. de Silliman, 1[re] série, vol. II, p. 179).
[2] *Inquiries into the principles of liquid attraction* (Même journal, 1[re] série, vol. XVII, p. 86).

J'ajoute ici qu'il a observé la petite masse à courbures transversales concaves qui garnit le bord des calottes laminaires; il a constaté, en outre, que ces calottes manifestent les attractions et répulsions apparentes des corps légers flottants.

Les §§ 26 à 28 de ma 7me série contiennent le résumé des belles expériences de Savart [1], publiées en 1833, sur le développement de grandes lames de différentes formes par le choc de la partie continue d'une veine liquide contre un petit disque solide, et par le choc mutuel des parties continues de deux veines directement opposées.

J'ai rappelé, dans le § 39 de la même série, les résultats obtenus, en 1836, par Le François [2] à l'égard de la lame à bord rectiligne oblique que j'avais décrite, et qui se forme quand un liquide s'échappe d'une fente rectiligne étroite percée dans la paroi latérale du réservoir depuis le fond de celui-ci jusqu'au-dessus du niveau.

J'ai rappelé aussi, dans le § 2 de la série actuelle, le procédé du Dr Reade (année 1837) pour rendre très-durables les lames d'eau de savon, procédé se réduisant à développer ces lames dans une atmosphère uniquement formée de vapeur d'eau à saturation.

En 1836 et 1837, M. Draper a fait connaître de curieuses expériences sur le passage des gaz à travers les lames liquides. Les premières, qui ont été exposées dans le journal américain des sciences médicales et dans le journal de l'Institut Franklin, consistent à gonfler, avec un certain gaz, une bulle de savon dans une atmosphère d'un autre certain gaz; la bulle alors augmente ou diminue graduellement en diamètre, et le phénomène s'arrête lorsque la composition des gaz des deux côtés de la membrane liquide est devenue la même. Les gaz employés sont, par exemple, le protoxyde d'azote à l'intérieur

[1] *Mémoire sur le choc d'une veine liquide lancée contre un plan circulaire* (ANN. DE CHIM. ET DE PHYS. de Paris, t. LIV, p. 55), et *Mémoire sur le choc de deux veines liquides animées de mouvements directement opposés* (IBID., t. LV, p. 257).

[2] *Bulletin de l'Académie*, t. III, p. 222.

et l'azote à l'extérieur; dans ce cas, la bulle va en diminuant. L'auteur varie l'expérience de la manière suivante [1]: on fait en sorte qu'une lame plane d'eau de savon occupe l'orifice d'un petit bocal de la contenance d'environ 60 centimètres cubes, puis on place ce bocal dans une atmosphère de protoxyde d'azote; après quelques secondes, on voit la lame se bomber vers l'extérieur, et, en une ou deux minutes, constituer la plus grande partie d'une sphère de 6 centimètres de diamètre.

J'ai mentionné, au § 9 de la série actuelle, les bulles grosses et très-persistantes que M. Böttger a gonflées (année 1838) avec un mélange fondu de colophane et d'huile de lin.

En 1843, M. Marianini a décrit [2] une expérience analogue à celles de M. Draper : on laisse tomber une bulle de savon, gonflée avec la bouche, dans une large éprouvette en verre remplie aux deux tiers environ de gaz acide carbonique; après quelques oscillations, cette bulle demeure suspendue; mais bientôt on la voit augmenter en diamètre, et descendre au fur et à mesure, jusqu'à ce qu'elle éclate. En disparaissant, elle lance dans toutes les directions une quantité de petites gouttelettes qui vont arroser les parois du vase. M. Marianini tire de ce dernier fait la conséquence que le gaz contenu dans la bulle est dans un état de compression.

Il s'exprime ainsi au commencement de l'article : « Pour rendre sensible la grande différence de densité qui existe entre l'air atmosphérique et le gaz carbonique, on fait depuis longtemps, dans les cours de physique, l'expérience suivante. » L'idée ingénieuse de faire flotter une bulle de savon sur le gaz carbonique paraît donc ne pas être due à M. Marianini; j'ignore quel en est l'auteur, et à quelle époque elle a été mise en avant.

On a vu, au § 25 de ma 5me série, et au § 6 de la série précédente, que M. Henry, dans une communication verbale [3] de 1844, regarde la tension des

[1] *Gazeous diffusion* (PHILOS. MAGAZ., nouvelle série, vol. XI, p. 559).

[2] *Sur un phénomène offert par les bulles de savon flottant sur le gaz carbonique* (ANN. DE CHIM. ET DE PHYS. de Paris, 3me série, t. IX, p. 382).

[3] *Cohesion of liquids* (PHILOS. MAGAZ., 1845, vol. XXVI, p. 541).

surfaces liquides comme déterminant la forme sphérique des bulles laminaires, par la condition du minimum de surface; qu'il fait dépendre de la même cause la pression exercée sur l'air intérieur, pression dont il énonce le rapport inverse au rayon de la bulle; qu'il indique comme manifestation curieuse de la tension et de la pression qui en est la conséquence, le retrait rapide de la lame et le courant d'air intense qu'on reçoit au visage quand, après avoir gonflé une grosse bulle à l'extrémité d'un large tube, on ôte celui-ci de la bouche; qu'il a mesuré cette même pression à l'aide d'un manomètre à eau; enfin qu'il s'est légèrement trompé en attribuant toute l'action à la surface extérieure de la bulle.

M. Henry avait fait, peu de temps auparavant, une première communication concernant des mesures approximatives de la cohésion des liquides : il a cherché à évaluer cette cohésion dans l'eau de savon « en pesant la quantité d'eau qui adhérait à une bulle de cette substance immédiatement avant la rupture, et en déterminant l'épaisseur de la lame par l'observation de la couleur qu'elle présentait, d'après l'échelle des lames minces de Newton. » Je traduis ici littéralement le passage du compte rendu, parce qu'il n'est pas clair. M. Henry conclut de ses expériences que la cohésion de l'eau, loin d'être aussi faible qu'on le croyait, s'élève à plusieurs centaines de livres par pouce carré, et est probablement égale à celle de la glace.

J'ajoute à ce que j'ai dit relativement à la seconde communication, que, dans ses mesures de la pression au moyen du manomètre à eau, M. Henry estime de la même manière l'épaisseur de la lame immédiatement avant la rupture, et arrive également, par ce mode d'expérimentation, à des valeurs approchées de la cohésion, valeurs qui sont de l'ordre de celles qu'il avait déduites des pesées. Il a employé, dit le compte rendu, pour mesurer la ténacité de la lame, plusieurs autres méthodes dont les résultats généraux ont encore été les mêmes.

Le § 20 de ma 7me série donne succinctement la description des curieuses expériences par lesquelles M. Melsens a réalisé [1], en 1845, des bulles creuses

[1] Comptes rendus, t. XX, p. 1638, et journ. *l'Institut*, n° 605.

de mercure, bulles qui sont transparentes dans leur partie la plus mince et colorent en bleu ardoisé la lumière qui les traverse; M. Melsens les produisait, on l'a vu, en obligeant des bulles d'air à passer d'une couche de mercure dans une couche d'eau superposée, et elles atteignaient jusqu'à 15^{mm} de diamètre.

J'ai analysé, dans le § 30 de la même série, un travail de M. Hagen [1], publié en 1849, où ce savant attribue la limitation des disques liquides de Savart à la tension des deux faces de la lame, cette tension donnant lieu à une force dirigée en sens contraire du mouvement du liquide.

Dans les §§ 31 et 34 de la même série encore, j'ai parlé des recherches que M. Magnus a faites aussi [2] sur ces disques, et sur les phénomènes résultant du choc des parties continues de deux veines qui se rencontrent en formant un angle entre elles, phénomènes où se produisent également des lames (année 1855).

Dans le § 25 de ma 5me série, j'ai reproduit la détermination donnée par M. De Tessan [3] (année 1856) de la valeur de la pression qu'éprouverait l'air emprisonné dans une vésicule de vapeur d'eau, si ces vésicules existaient. C'est, je pense, la première évaluation théorique de la pression à l'intérieur d'une sphère laminaire d'un diamètre donné et formée d'un liquide donné, bien que cette évaluation soit de moitié trop faible, ainsi que je l'ai fait remarquer; on ne doit pas tenir compte de celles du Dr Hough, qui sont absolument fausses.

M. Eisenlohr [4] (même année) appelle l'attention sur le saut brusque qu'on observe, dans une lame d'eau de savon qui présente des bandes colorées,

[1] *Ueber die Scheiben welche sich beim Zusammenstossen von zwei Wasserstrahlen bilden, und über die Auflösung einzelner Wasserstrahlen in Tropfen* (Ann. de M. Poggendorff, vol. LXXVIII, p. 451).

[2] *Hydraulische Untersuchungen* (Ibid., vol. XCV, p. 1).

[3] Comptes rendus, t. XLVIII, p. 1045.

[4] *Bericht über die XXIX^{te} Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte*, p. 86.

entre le noir et le blanc qui le suit, particularité déjà signalée par Leidenfrost; il essaie de l'expliquer par la considération que la lame se résout en différentes couches de l'épaisseur d'une molécule, et en cherchant à faire voir que, de la bande noire à la bande blanche contiguë, la différence d'épaisseur est beaucoup plus considérable relativement à l'épaisseur de cette bande noire que dans les passages entre les autres bandes.

N'ayant pas eu à ma disposition l'ouvrage cité, je rends compte de l'explication ci-dessus d'après M. Van der Willigen.

M. Eisenlohr a développé de grands et beaux anneaux colorés, en faisant tourner rapidement, dans leurs plans et autour de leurs centres, des lames circulaires d'eau de savon. Il engendre ces lames, par une agitation convenable, dans un ballon de verre qui peut avoir jusqu'à 12 centimètres de diamètre, après avoir, suivant le procédé du Dr Reade, chassé par l'ébullition la totalité ou la presque totalité de l'air intérieur, et avoir bouché hermétiquement le ballon; il imprime ensuite à celui-ci un mouvement rapide de rotation autour d'un axe vertical passant par le centre.

Je trouve cette expérience décrite dans l'édition de 1860 du Traité de physique de M. Eisenlohr; mais elle doit avoir été publiée dans une édition antérieure, entre 1844 et 1860.

J'ai traduit, dans le § 2 de la série précédente, une partie de la note de M. Gladstone sur la mousse [1] (année 1857), note où l'auteur avance que tous les liquides sont susceptibles de donner, par l'agitation, des calottes laminaires à leur surface, mais que la faculté de mousser paraît être *sui generis* et ne dépendre d'aucune propriété connue. M. Gladstone fait remarquer, en outre, que la mousse produite sur un liquide coloré est toujours d'une teinte plus claire que le liquide lui-même, et il ajoute que, dans certains cas, cette teinte est toute différente de celle du liquide; par exemple, la mousse d'une solution de rouge de cochenille est d'un pourpre bleuâtre pâle; il explique ces effets par l'absorption inégale des différents rayons qui composent la lumière blanche, dans une lame mince et dans une couche épaisse du liquide.

[1] *Note on froth* (PHILOS. MAGAZ., 4me série, vol. XIV, p. 314).

M. Tyndall (même année 1857)[1], en plongeant la main dans l'écume de la mer par un temps âpre et humide, a trouvé que cette écume avait la température du sang, tandis que l'eau de la mer d'où elle provenait était très-froide. Il attribue la chaleur dont il s'agit à ce que les masses d'air, avant de former l'écume, avaient été fortement comprimées entre des vagues tombant les unes sur les autres.

En 1857 aussi, M. Van der Willigen[2] a proposé, pour rendre raison du saut brusque entre le noir et le blanc contigu dans une lame d'eau de savon, une explication qui coïncide, à peu de chose près, avec une hypothèse de Leidenfrost; il regarde comme probable que, dans la lame, s'opère une séparation de la partie huileuse du savon; que celle-ci glisse sur la couche de nature aqueuse et produit les bandes colorées, tandis que la portion mise à nu de cette couche aqueuse constitue le segment noir.

En 1861, M. Faye, après m'avoir fait l'honneur de répéter, devant l'Académie des sciences de Paris, mes expériences sur les systèmes laminaires des charpentes en fil de fer[3], a décrit une expérience consistant à agiter, à l'aide d'un anneau en fil de fer, de l'huile et de l'eau de savon dans un vase de verre; chaque fois que l'anneau passe de l'eau de savon dans l'huile, il emporte une lame du premier de ces liquides, laquelle, par les mouvements imprimés à l'anneau, donne lieu à une bulle laminaire complète pleine d'huile et nageant dans ce dernier liquide. En continuant à battre les liquides, ces sphères laminaires se multiplient et se subdivisent en sphérules de même nature de plus en plus petites et de plus en plus nombreuses, jusqu'à ce que le mélange devienne une émulsion. M. Faye pense qu'on peut faire l'application de ce phénomène à certaines questions de physiologie.

C'est en 1861 également que j'ai reçu la lettre où M. Van Rees a bien

[1] *Remarks on foam and hail* (Philos. Magaz., 4me série, vol. XIII, p. 352).

[2] *Ueber die Constitution der Seifenblasen* (Ann. de M. Poggendorff, vol. CII, p. 629).

[3] Comptes rendus, t. LIII, p. 463. — Cet article est précédé d'une note rédigée par moi sur les systèmes laminaires, note au commencement de laquelle le nom de M. l'abbé Moigno se trouve, par erreur, substitué à celui de M. Faye.

voulu me communiquer les procédés au moyen desquels il change à volonté la position de la lamelle centrale dans le système laminaire de la charpente cubique, et détermine la formation des polyèdres laminaires intérieurs (6me série, § 40).

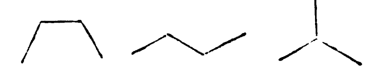
Dans une seconde lettre, écrite en 1862, le même savant m'a donné connaissance d'un principe nouveau et fort remarquable concernant les systèmes laminaires des charpentes prismatiques; je vais l'exposer ici; seulement il ne sera compris sans difficulté que des personnes qui ont vu les systèmes dont il s'agit.

J'ai montré, on se le rappelle, dans ma 6me série, que lorsque, dans une charpente prismatique, le rapport de la hauteur au diamètre du cercle qu'on inscrirait à la base n'est pas trop grand, le système laminaire se compose toujours d'une lame plane polygonale ayant le même nombre de côtés que les bases, parallèle à ces dernières, située à la moitié de la hauteur de la charpente, et reliée par d'autres lames à toutes les arêtes solides; mais que, pour des prismes dont le nombre des côtés n'excède pas sept, on peut, lorsque le rapport ci-dessus demeure compris entre certaines limites, obtenir des systèmes tout différents. Dans ceux-ci, sur chacune des bases de la charpente s'appuie une sorte de pyramide rentrante, laquelle a pour sommet de petites arêtes liquides unies entre elles soit bout à bout en formant des angles, soit de manière qu'il y en ait trois aboutissant à un même point; de chacune de ces petites arêtes appartenant à l'une des deux pyramides part une lame parallèle à l'axe du prisme et allant s'attacher, par son autre extrémité, à la petite arête homologue de l'autre pyramide; enfin ces lames longitudinales, ainsi que celles qui constituent les pyramides, sont rattachées par d'autres lames aux arêtes solides latérales. C'est aux systèmes de ce genre que s'applique le principe de M. Van Rees, principe dont voici l'énoncé :

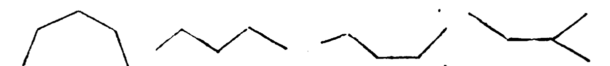
Si n désigne le nombre des côtés des bases du prisme, 1° le nombre des petites arêtes formant le sommet de chacune des deux pyramides rentrantes, et conséquemment aussi le nombre des lames longitudinales allant des petites arêtes de l'une des pyramides à celles de l'autre, est $n - 3$; 2° le nombre des systèmes de cette espèce réalisables dans une même charpente est égal à celui des figures ouvertes différentes qu'on peut former avec les $n - 3$

petites arêtes; sous la condition qu'il n'y en ait jamais plus de trois aboutissant à un même point.

Ainsi, pour le prisme triangulaire, on a $n - 3 = 0$, et nous savons, en effet, que, dans le système laminaire de cette charpente, le sommet de chacune des pyramides rentrantes est un simple point. Pour le prisme quadrangulaire, $n - 3$ est égal à 1, il y a une seule petite arête au sommet de chaque pyramide, et conséquemment un seul système possible de l'espèce que nous considérons. Pour le prisme pentagonal, $n - 3$ est égal à 2, il y a deux petites arêtes, et comme on ne peut former avec celles-ci qu'une seule figure ouverte, savoir un angle, il n'y a également qu'un seul système possible de l'espèce en question. Pour le prisme hexagonal, le principe indique trois petites arêtes, et, par suite, les figures:



il y a donc trois systèmes; j'en avais produit deux, et M. Van Rees les a produits tous les trois. Pour le prisme heptagonal, le principe conduit aux figures :



d'où quatre systèmes; mes expériences ne m'en avaient fourni que deux, et tous les quatre ont été obtenus par M. Van Rees. Pour le prisme octogonal, il y a au moins treize figures, et partant treize systèmes; je n'avais réussi à en développer aucun; M. Van Rees en a fait naître plusieurs, et croit qu'on peut les réaliser tous, mais il pense que la plupart sont instables.

Pour provoquer la génération des systèmes dont il s'agit ici, M. Van Rees amène d'abord le système de la première espèce, c'est-à-dire celui qui contient, au milieu de sa hauteur, une lame polygonale parallèle aux bases; puis, à l'aide du replongement de la base inférieure, il détermine la production du polyèdre laminaire intérieur, après quoi il crève une des faces latérales de celui-ci, et le système résultant est alors celui dans lequel les petites arêtes dont j'ai parlé constituent une ligne brisée dont tous les angles sont de même sens. Il passe ensuite de ce système à l'un quelconque des autres qui

conviennent à la charpente, en soufflant sur l'une ou l'autre des arêtes liquides parallèles à l'axe, suivant le plan de l'une des lames longitudinales intérieures auxquelles cette arête appartient. Il ajoute qu'on parvient quelquefois plus facilement au premier système de ce genre sans réaliser d'abord le polyèdre laminaire intérieur, en soufflant simplement sur l'une des arêtes de la lame polygonale.

Le principe de M. Van Rees s'applique sans doute à toutes les charpentes prismatiques, quel que soit le nombre de leurs faces latérales; mais je ne pense pas qu'on puisse pousser la vérification expérimentale au delà du prisme octogonal, pour lequel elle est déjà difficile.

J'ai rapporté, dans le § 7 de la série actuelle, la remarque de M. l'abbé Florimond (année 1862) sur le diamètre maximum plus grand que prennent les bulles de savon quand on emploie, pour les gonfler, une pipe de verre au lieu d'une pipe de terre.

M. Florimond fait observer, en outre, que plus est large l'orifice de l'évasement du tube, plus grand aussi est le diamètre des bulles, pourvu que le tube lui-même ne soit pas trop étroit. Je suis convaincu qu'en attachant un entonnoir en verre de 10 à 15 centimètres d'ouverture à un tube de 2 centimètres de diamètre intérieur communiquant avec une soufflerie, et s'en servant pour gonfler des bulles avec un bon liquide glycérique, on donnerait à ces bulles des dimensions énormes. Je trouve, du reste, dans la suite du passage des *Petites chroniques de la science* cité au § 10 de la série actuelle, que M. Vivier, le célèbre musicien, obtient des bulles de savon gigantesques en soufflant dans un cornet en carton, cornet qui, sans doute, est fort évasé. On verra plus loin que M. Boettger a obtenu aussi de très-grosses bulles en employant un large orifice.

MM. Minary et Sire ont décrit, en 1862 aussi, leur expérience de petites bulles laminaires complètes, engendrées par la vive agitation de l'acide sulfurique avec l'huile d'olive [1], expérience que j'ai rappelée avec plus de détails dans le § 37 de ma 7me série.

[1] *Sur un mode particulier de formation de bulles liquides* (COMPTES RENDUS, t. LV, p. 515).

Dans la note à laquelle j'ai fait allusion au § 9 de la série actuelle, note publiée en 1862 encore, M. Mach, partant du fait que mes systèmes laminaires ne satisfont pas à la condition générale de l'équilibre, puisqu'ils ont, sur les arêtes liquides, des surfaces à courbure transversale fortement concave, tandis que les surfaces des lames sont à courbure moyenne nulle, émet l'opinion que l'étude de ces systèmes pourrait conduire à des conséquences importantes sur les lois de l'attraction moléculaire dans les liquides. Selon lui, j'aurais cherché à expliquer le fait en question en admettant que l'épaisseur des lames est inférieure au double du rayon de la sphère d'attraction, ce qui fait supposer que je regarde ces mêmes systèmes comme étant à l'état d'équilibre complet; or ce que j'ai dit (2me série, §§ 23 à 26), c'est que, dans un système où des lames à courbure moyenne nulle sont ainsi rattachées à des masses à courbure concave, l'équilibre n'est qu'apparent, ou plutôt n'existe que dans la forme générale de l'ensemble; que, par suite des différences de pression capillaire, les lames envoient continuellement leur liquide à ces masses, et vont conséquemment en s'amincissant; enfin que le système *tend* vers un état d'équilibre dans lequel les lames auraient une épaisseur moindre que le double du rayon de l'attraction moléculaire, mais que cet équilibre paraît ne pouvoir être atteint, les lames éclatant toujours auparavant.

M. Mach croit qu'il pourra tirer un parti intéressant de la comparaison des épaisseurs des lames de différents liquides (probablement à l'instant de leur formation); c'est dans ce but qu'il a réalisé, ainsi que je l'ai dit au paragraphe cité plus haut, le système laminaire du tétraèdre régulier, en employant de la colophane fondue; il a formé aussi de petites lames avec une solution d'un silicate alcalin, lames qui se sont solidifiées par l'évaporation de l'eau. Ces différentes lames ayant été détachées des fils solides, M. Mach les a pesées, et a mesuré la surface de chacune d'elles, puis, connaissant en outre leurs densités, il a calculé leurs épaisseurs moyennes. Il a trouvé de cette manière que l'épaisseur moyenne des lames de la solution de silicate, à l'état liquide, était de 0^{mm},142, et que celle des lames de colophane était de 0^{mm},027.

En 1862 également, M. Kaul a fait paraître un article [1] relatif aussi à mes systèmes laminaires. Il démontre, par une méthode qui revient à la mienne, la nécessité de l'égalité des angles entre les lames qui aboutissent à une même arête liquide et entre les arêtes liquides qui aboutissent à un même point liquide. Il fait remarquer ensuite que si la charpente qu'on retire du liquide consiste simplement en deux polygones plans ayant un côté commun, et si les plans de ces deux polygones forment entre eux un angle moindre que 120°, le système obtenu se compose de deux lames courbes s'appuyant respectivement sur les contours libres des deux polygones, et d'une troisième lame, en forme de faucille, partant du côté commun pour s'unir aux deux premières par une arête liquide courbe; il en conclut que de semblables lames en faucille tendent toujours à se produire dans les différentes charpentes, mais que leur forme est altérée par les autres lames du système, et il croit qu'en partant de ce principe et des lois concernant les angles, on peut prévoir quel sera le système qui se montrera dans une charpente donnée.

Mon fils (même année 1862) a déterminé la formation de grosses bulles laminaires en lançant obliquement en l'air de l'eau de savon [2], expérience que j'ai citée plus au long dans le § 35 de ma 7me série.

Dans un mémoire [3] de l'année 1863, M. Sire indique quelques expériences curieuses concernant la pression exercée par une bulle creuse sur l'air emprisonné : il fait en sorte que deux bulles de liquide glycérique soient respectivement gonflées aux deux extrémités d'un même tube convenablement disposé; l'appareil est construit de façon qu'on puisse établir ou interrompre à volonté la communication entre les deux moitiés du tube. Quand cette communication est fermée ainsi que l'orifice d'insufflation, les bulles n'éprouvent aucun changement de dimensions; mais quand elle est ouverte, l'orifice d'in-

[1] *Ueber die Plateau'schen Figuren* (SITZUNGSBERICHTE DER KOENIGSBERGER GESELLSCHAFT, t. III, p. 7).

[2] *Sur un mode particulier de production de bulles de savon* (BULLETIN DE L'ACAD., 2me série, t. XIII, p. 286).

[3] *Étude sur la forme globulaire des liquides,* thèse présentée à la Faculté des sciences de Besançon.

sufflation demeurant bouché, les bulles ne persistent dans le même état que si leurs diamètres sont égaux; dans le cas contraire, on voit la plus petite diminuer avec une vitesse accélérée, jusqu'à s'annuler, l'excès de sa pression chassant son contenu gazeux dans la plus grosse, qui augmente ainsi en volume. L'auteur varie l'expérience en modifiant l'appareil de manière à pouvoir gonfler l'une des bulles à l'intérieur de l'autre.

Ainsi que je l'ai dit dans le § 35 de ma 7me série, M. Van der Mensbrugghe a étendu (année 1864) l'expérience de mon fils, en montrant que, par le même procédé convenablement employé, on peut forcer un grand nombre de liquides, peut-être tous, à s'arrondir en bulles creuses complètes [1].

En 1864 encore, M. Laroque [2] s'est proposé d'étudier la constitution d'une veine d'eau lancée verticalement de haut en bas par un orifice circulaire, quand le liquide du vase est animé d'un mouvement gyratoire autour de l'axe de l'orifice. Le vase était cylindrique et de grande dimension; l'orifice, percé au centre du fond, avait un centimètre de diamètre; le mouvement de rotation était imprimé au liquide par un moyen que l'auteur indique. Parmi les observations de M. Laroque, je dois citer ici la suivante : Sous une charge suffisamment réduite, une excavation formée au milieu de la surface du liquide du vase, après avoir atteint l'orifice, pénétrait dans la veine, et celle-ci, jusqu'à une certaine distance, devenait laminaire; elle se composait alors de renflements et d'étranglements creux occupant des positions fixes. Avec une charge de 15 centimètres, il y avait trois de ces renflements, dont les deux supérieurs, de forme régulière, avaient chacun 8 centimètres de longueur et 16 millimètres de largeur; le troisième était un peu plus petit et moins régulier; au-dessous, la veine s'éparpillait en gouttes. Seulement, d'après les figures dont le mémoire est accompagné, la lame qui constituait toute cette portion de la veine était beaucoup moins mince aux étranglements qu'aux renflements.

[1] *Sur quelques effets curieux des forces moléculaires des liquides* (Bulletin de l'Acad., 2me série, t. XVIII, p. 161).

[2] *Ann. de chim. et de phys.* de Paris, 4me série, t. I, p. 276.

J'ai déjà parlé (§§ 9 à 11 de la série précédente) de la première partie du mémoire de M. Lamarle [1] sur mes systèmes laminaires, publié en 1864 et 1865. Le résumé détaillé de toute cette partie, dans laquelle l'auteur démontre mathématiquement les lois que j'avais trouvées à l'égard des assemblages de lames, aura sa place dans une série ultérieure, spécialement consacrée aux questions de stabilité; mais je vais rendre compte ici des principaux résultats contenus dans la deuxième partie.

Ces résultats concernent surtout les polyèdres laminaires fermés à faces convexes, qu'on produit, par le procédé de M. Van Rees, au milieu des systèmes laminaires des charpentes.

1° Un second procédé consiste à gonfler une bulle de grosseur convenable et à l'introduire dans le système; elle s'attache aux lames de celui-ci, et, quand on retire le tube qui a servi à la souffler, elle forme aussitôt le polyèdre laminaire intérieur. On peut augmenter ou diminuer à volonté les dimensions de ce polyèdre : pour cela, on y introduit l'extrémité effilée d'un tube, après l'avoir mouillée de liquide glycérique, et on souffle ou on aspire par ce tube.

2° Dans la charpente tétraédrique, les faces du tétraèdre laminaire réalisé à l'intérieur sont de courbure sphérique, et conséquemment les arêtes de ce même tétraèdre sont de courbure circulaire; le centre de la sphère à laquelle appartient l'une quelconque des faces est situé au sommet opposé; enfin le centre de la circonférence à laquelle appartient l'une quelconque des arêtes est situé au milieu de la corde de l'arête opposée.

3° Dans la charpente du prisme triangulaire, quand le rapport entre la hauteur du prisme et le côté de la base est compris entre certaines limites, on peut, à volonté, par des manœuvres convenables, obtenir, au milieu de la figure résultant d'une seule immersion, une lame triangulaire parallèle aux bases ou une arête liquide parallèle aux arêtes latérales. Entre certaines limites aussi, on peut développer un prisme triangulaire intérieur, mais les faces de celui-ci ne sont jamais de courbure sphérique.

[1] *Sur la stabilité des systèmes liquides en lames minces* (Mém. de l'Académie, t. XXXV et XXXVI).



4° Dans la charpente cubique, les faces de l'hexaèdre laminaire intérieur sont de courbure sphérique, et le rayon des sphères auxquelles elles appartiennent est égal à une fois et demie la droite qui joint deux sommets opposés de l'une d'elles.

5° Dans la charpente du prisme pentagonal, pour un rapport entre la hauteur et le côté de la base compris entre certaines limites très-resserrées, on peut obtenir, ad libitum, dans le résultat d'une seule immersion, ou bien une lame pentagonale très-petite au milieu de la figure, ou bien l'autre système, c'est-à-dire celui qui présente des espèces de pyramides rentrantes s'appuyant sur les bases. Quant au polyèdre laminaire intérieur, il ne prend des faces de courbure sphérique que dans certaines conditions de volume.

6° Dans la charpente du dodécaèdre régulier, le dodécaèdre laminaire intérieur a ses faces de courbure sphérique, mais d'un très-grand rayon.

7° Dans tous les systèmes ci-dessus avec polyèdre laminaire intérieur, quand les faces de celui-ci sont de courbure sphérique, toutes les lames qui s'étendent de ses arêtes à celles de la charpente, sont planes, et conséquemment toutes les arêtes liquides qui joignent ses sommets à ceux de la charpente, sont droites.

8° A l'égard de la charpente octaédrique, un artifice de raisonnement conduit a priori à cinq systèmes différents, systèmes qui sont très-probablement les seuls possibles, et dont je n'avais observé que deux; les trois nouveaux, qui sont composés de lames courbes, contiennent, en leur milieu, l'un une lame pentagonale, un autre une lame quadrangulaire trapézoïdale, et le dernier une lame quadrangulaire équilatérale. Tous ces systèmes se réalisent à volonté, et on peut les faire passer, également à volonté, des uns aux autres. Dans le premier de ces cinq systèmes, qui n'a que des lames planes, les dimensions des différentes parties ont entre elles et avec les dimensions de la charpente, des rapports numériques fort simples.

La théorie convenablement traitée indique, dans ce même système à lames planes, la possibilité de 15 polyèdres intérieurs différents; elle les fait dériver les uns des autres, et le tout se vérifie par l'expérience.

9° Quand on réalise l'un de ces polyèdres intérieurs, on voit se former six petites lames triangulaires qui y aboutissent; en crevant deux ou quatre de

ces lamelles, on obtient des systèmes d'un genre particulier, et qu'on peut nommer incomplets. Pour trois de ceux-ci, qui résultent de la disparition de deux lamelles opposées, les polyèdres intérieurs, primitivement octaédriques, sont devenus des hexaèdres, et ont des formes très-élégantes; la disparition de deux autres lamelles opposées transforme l'un de ces hexaèdres en un tétraèdre d'un aspect curieux à raison du contournement de ses faces.

M. Broughton [1] (année 1866) rappelle le fait, suivant lui bien connu, que, dans une bulle de savon, les portions qui, vues d'une certaine distance, paraissent d'une teinte uniforme, montrent, quand on les examine de plus près, une foule de petites bandes de couleurs variées et brillantes; il est rare qu'on y trouve un espace d'un millimètre carré qui ne contienne pas plusieurs de ces petites bandes, et l'uniformité apparente est due simplement à la prédominance des petites bandes d'une teinte déterminée. M. Broughton dépose sur un anneau une petite bulle de liquide glycérique à l'oléate de soude, et, lorsqu'une tache noire s'est formée au sommet [2], il observe celle-ci et ses environs à l'aide d'un microscope composé, la bulle étant éclairée par une lumière vive et convenablement dirigée; il constate alors la production d'un grand nombre de petites figures colorées, très-variées et très-mobiles, offrant, dit-il, un spectacle de la plus grande magnificence.

M. Broughton essaie ensuite de déterminer, par une méthode particulière, l'épaisseur moyenne de la lame qui constitue une bulle : il gonfle la bulle avec un mélange d'hydrogène et d'air, en variant les proportions de ce mélange et le diamètre de la bulle jusqu'à ce que celle-ci, débarrassée de la goutte qui y adhère ordinairement, flotte dans l'atmosphère sans grande tendance à monter ou à descendre; connaissant alors le diamètre de cette bulle, la densité du liquide, et la proportion du mélange gazeux intérieur, il en déduit, au moyen d'une formule, le poids de la bulle et l'épaisseur moyenne cherchée.

[1] *On some properties of soup-bubbles* (PHILOS. MAGAZ., 4me série, vol. XXXI, p. 228).

[2] L'apparition de cette tache noire sur une bulle de liquide glycérique me paraît singulière : on a fait chez moi une quantité innombrable de bulles de ce liquide préparé soit au savon, soit à l'oléate de soude, et jamais on ne m'a signalé de semblables taches, quelque grande qu'ait été la persistance. Les bulles de M. Broughton devaient être fort petites, et c'est peut-être à cette circonstance qu'était due la production de la tache noire.

Par exemple, une bulle de 90^{mm} de diamètre, gonflée avec un mélange de 1 vol. d'hydrogène et de 16 vol. d'air, s'est trouvée dans les conditions requises, et M. Broughton est arrivé, pour l'épaisseur moyenne de la lame, à la valeur $0^{mm},000965$.

Dans le 5me, le 6me et le 7me de ses mémoires *Sur la théorie mécanique de la chaleur* (de 1865 à 1868) [1], M. Dupré, nous le savons, a traité, par des méthodes nouvelles, certaines questions relatives aux lames liquides. Ainsi qu'on l'a vu au § 12 de la série précédente, outre des expériences simples au moyen desquelles il constate l'existence de la tension dans les lames, il arrive à plusieurs résultats généraux concernant cette force : il fait remarquer que la tension est indépendante de l'épaisseur de la lame, du moins tant que cette épaisseur n'est pas au-dessous d'une certaine limite extrêmement petite; il établit que la tension diminue, mais assez faiblement, quand la température augmente, et il signale un fait qui montre cette variation dans les lames; il cherche les lois que suit la vitesse de retrait d'une lame qui éclate, et celles qui régissent la diminution progressive du diamètre d'une bulle quand on laisse ouvert le tube d'insufflation; enfin l'un des nombreux procédés qu'il décrit pour évaluer la tension des surfaces liquides en général, est fondé sur la mesure de la pression à laquelle est soumis l'air emprisonné dans une bulle.

J'ajoute ici une expérience curieuse exposée dans le même travail : si on laisse tomber d'une hauteur modérée une petite boule de liége sur une lame plane horizontale de liquide glycérique, la lame est traversée, mais n'éclate pas et conserve son intégrité. Pour savoir ce qui se passe dans cette circonstance, M. Dupré fixe la boule de liége à l'extrémité d'une aiguille, et, tenant cette dernière en main, il fait passer la boule avec lenteur à travers la lame; il voit alors cette dernière s'enfoncer, former une poche de plus en plus profonde, puis cette poche s'étrangle au-dessus de la boule, l'étranglement se ferme, se sépare en deux, et la lame plane est restituée. Le phénomène est donc tout à fait analogue à celui qui a lieu quand on sépare, par une secousse, une bulle du tube qui a servi à la gonfler (7me série, § 23).

[1] *Ann. de chim. et de phys.* de Paris, 4me série, t. VI, VII, IX, XI et XIV.



M. Van der Mensbrugghe a fait [1], en 1866, l'application du principe général qui termine ma 7me série à la réalisation, en lame, d'une surface à courbure moyenne nulle dont M. Scherk avait trouvé l'équation en coordonnées finies. J'analyserai cette note dans la série suivante.

J'ai donné, dans le § 13 de la série précédente, la substance d'une autre note [2] de M. Van der Mensbrugghe (année 1866), concernant : 1° de nouveaux procédés pour l'évaluation de la tension des lames; 2° les lois qui régissent la forme que prend un fil flexible inséré dans une lame liquide courbe, quand on a crevé la portion de lame qu'il intercepte. J'ai fait allusion, dans le même paragraphe, au rapport de M. Lamarle [3] sur cette note, rapport où est signalée une loi qui avait échappé à M. Van der Mensbrugghe, ainsi que la nécessité d'une déformation, dans le plus grand nombre des cas, de la surface laminaire sous l'action du fil qui s'est tendu. Enfin, au même endroit encore, j'ai cité une dernière note [4], publiée en 1867, dans laquelle M. Van der Mensbrugghe vérifie les conclusions du rapport ci-dessus, et indique une expérience intéressante sur la tension d'une lame plane verticale.

En 1866 ou 1867, M. Böttger [5] a développé, avec une décoction concentrée d'écorce de Quillaya (bois de Panama), des bulles extrêmement grosses, persistant longtemps et étalant de vives couleurs (il n'indique ni le diamètre ni la durée), en se servant d'un entonnoir de 7 à 8 centimètres d'ouverture. On sait que l'écorce de Quillaya contient de la saponine.

Les lames liquides ont fait, en 1867, l'objet de trois mémoires de Brewster. Le premier [6] est consacré aux couleurs des lames : l'auteur étudie avec un soin minutieux toutes les dispositions, tous les changements des

[1] *Discussion et réalisation expérimentale d'une surface particulière à courbure moyenne nulle* (BULLET. DE L'ACAD., 2me série, t. XXI, p. 552).
[2] *Sur la tension des lames liquides* (IBID., t. XXII, p. 308).
[3] *Ibid.*, p. 272.
[4] *Sur la tension des lames liquides*, 2me note (IBID., t. XXIII, p. 448).
[5] *Jahres-Bericht des physikalischen Vereins in Frankfurt am Main*, 1866-1867, p. 67.
[6] *On the colours of the soap-bubble* (TRANSACT. OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH, vol. XXIV).

couleurs dont il s'agit, et tous les phénomènes singuliers qu'elles présentent, tels que la production et les mouvements des petites taches en forme de têtards, etc. A part ces détails, qui ne sauraient être résumés, voici les résultats les plus saillants :

1° On produit une lame plane dans l'orifice d'un verre à boire; on tient le verre de manière que cette lame soit verticale, puis, lorsque les bandes colorées s'y sont bien développées, on donne au verre un mouvement de rotation aussi rapide que possible autour de son axe; toutes les bandes demeurent horizontales.

2° La lame étant placée horizontalement et offrant différentes teintes, on souffle sur sa surface à travers un tube étroit, dans la direction d'un diamètre; on voit aussitôt se former, de chaque côté de ce diamètre, un système d'anneaux colorés; ces deux systèmes tournent rapidement, et en sens contraires, autour de leurs centres respectifs. Si le souffle est dirigé non suivant un diamètre, mais suivant une petite corde, il n'y a plus qu'un système d'anneaux colorés tournant. Dans tous, les teintes des premiers ordres sont vers le centre. Enfin si l'on continue à souffler, les anneaux disparaissent graduellement.

3° Brewster énonce une idée analogue à celles de Leidenfrost et de M. Van der Willigen : selon lui, les couleurs d'une lame d'eau de savon ne résulteraient pas des différentes épaisseurs de la lame elle-même, mais d'une matière particulière qui flotte sur cette lame. Ce qui lui paraît le plus vraisemblable, c'est que la matière qui produit ainsi les couleurs est formée de l'un des ingrédients de la solution, séparé de celle-ci par une sorte de sécrétion, laquelle n'a lieu que lorsque le liquide est à l'état laminaire. Il s'appuie principalement sur les faits suivants : Si l'on examine la surface d'une solution de savon ou celle du liquide glycérique, même quand le vase est peu profond, on n'y observe aucune coloration, et elle réfléchit les images des objets comme le ferait l'eau ou le verre; mais dès que le liquide est étendu en lame mince, sa surface devient momentanément inégale et ne réfléchit plus les images qu'imparfaitement; de plus, quand les couleurs se sont développées, toutes leurs variations et tous les mouvements qui s'y produisent s'accordent avec l'hypothèse en question; enfin, si l'on souffle sur la lame ou qu'on y

passe une plume mouillée du même liquide, on balaie la matière colorante, et l'on éparpille les couleurs.

Les observations renfermées dans le second mémoire [1], observations qui ont trait surtout aux systèmes laminaires des charpentes, ont été entreprises par Brewster dans un but de simple amusement, et offrent assez peu de résultats nouveaux au point de vue scientifique; je citerai cependant les suivants, qui ne manquent pas d'intérêt :

Dans le § 21 de ma 6me série, pour montrer l'instabilité d'un système laminaire d'équilibre dans lequel plus de trois lames aboutiraient à une même arête liquide, j'ai décrit une expérience consistant à retirer du liquide glycérique une charpente composée de deux rectangles égaux qui se coupent à angle droit par les milieux de deux côtés opposés; j'ai fait remarquer alors que si l'on concevait les deux rectangles occupés chacun par une lame plane, de sorte que ces lames se couperaient suivant une arête liquide unique joignant les points d'intersection des deux contours rectangulaires, on aurait nécessairement, à cause de la symétrie, un système d'équilibre; mais j'ai ajouté que celui-ci devrait être instable, puisqu'il présenterait quatre lames partielles unies par une même arête liquide; aussi, on l'a vu, il ne se produit jamais : le système réalisé contient une cinquième lame plane, de figure ovale, à laquelle viennent aboutir les autres, et dont le plan est bissecteur de deux des angles dièdres formés par les plans des rectangles.

Or Brewster a eu l'idée de rendre les deux rectangles mobiles autour de leurs points d'intersection, de manière à faire varier les angles dièdres, et alors, en augmentant graduellement ceux de ces angles dont le plan de la lame ovale est bissecteur, il a vu cette lame se rétrécir au fur et à mesure, de telle façon que, lorsque les angles dont il s'agit sont devenus de 135°, la lame ovale s'est réduite à une simple arête liquide droite joignant les deux points d'intersection; mais, au moment même, le système s'est modifié, et une nouvelle lame ovale s'est produite, bissectrice des deux autres angles dièdres. Brewster a donc réussi à réaliser, mais seulement pour un instant inappré-

[1] *On the figures of equilibrium in liquid films* (TRANSACT. OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH, vol. XXIV).



ciable, un système dans lequel quatre lames sont unies par une même arête liquide, et cette jolie expérience complète la vérification de l'instabilité d'un semblable système.

En second lieu, le même savant développe d'une manière curieuse les systèmes laminaires de plusieurs charpentes : celle sur laquelle il veut opérer étant préalablement mouillée de liquide glycérique, mais ne contenant aucune lame, il gonfle, dans son intérieur, une grosse bulle, qui s'attache à l'ensemble des arêtes solides, de manière que chacune des faces se trouve occupée par une lame, puis il crève l'une de ces lames, et le système ordinaire apparaît aussitôt. Outre le spectacle singulier de cette transformation instantanée, le procédé de Brewster offre ainsi l'avantage de réaliser les systèmes laminaires en n'exigeant qu'une fort petite quantité de liquide.

En troisième lieu, Brewster a imaginé de réaliser une lame à l'un des orifices d'un tube en forme de cône tronqué : quand, après avoir plongé l'orifice le plus large dans le liquide glycérique, on l'en retire, il se trouve nécessairement occupé par une lame; mais celle-ci se met aussitôt en mouvement dans l'intérieur du tube vers le plus petit orifice, et ne s'arrête que lorsqu'elle a atteint celui-ci. Je ferai observer qu'on peut considérer ce phénomème comme un effet de la tension : la lame faisant constamment effort pour diminuer d'étendue, elle satisfait à cette tendance en marchant vers le petit orifice.

Enfin le troisième mémoire [1] concerne les apparences que manifestent de petites lames d'alcool, d'huiles volatiles ou fixes, etc. Brewster produit ces lames en déposant une goutte du liquide à observer soit sur une ouverture de 5^{mm} de diamètre au plus, pratiquée dans une plaque solide, soit sur un petit anneau; la goutte se façonne d'abord en lentille bi-concave, et, quand on place la plaque ou l'anneau verticalement, la majeure partie du liquide descend, et laisse une lame. Avec un liquide suffisamment volatil, comme l'alcool, on attend quelque temps avant de redresser la plaque ou l'anneau; l'évaporation seule transforme alors la lentille bi-concave en une lame plane

[1] *On the motion and colours upon films of alcohol, volatile oils, and other fluids* (TRANSACT. OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH, vol. XXIV).

occupant presque toute l'ouverture. Brewster observe les lames dont il s'agit soit par transmission, soit par réflexion; dans le premier cas, il y voit peu de couleurs, mais il y distingue des courants affectant des formes et des mouvements bizarres; dans le second, il y constate, outre les mêmes courants, des systèmes variés et mobiles d'anneaux colorés.

Nous trouvons encore, en 1867, une expérience remarquable au moyen de laquelle M. Chautard [1] parvient à rendre manifeste à tout un auditoire le magnétisme de l'oxygène : à l'orifice d'une pipe de terre maintenue immobile par un support, il gonfle, avec de l'oxygène, une bulle de liquide glycérique; cette bulle se trouve placée au-dessus et près des pôles d'un électro-aimant; par des aimantations et des désaimantations successives de ce dernier, elle prend un mouvement oscillatoire très-visible, surtout quand elle est fortement éclairée.

En 1868, M. Cauderay [2] a signalé les bulles de savon comme étant extrêmement sensibles aux attractions et répulsions électriques, et a indiqué une suite d'expériences curieuses très-propres à être effectuées dans les cours publics.

Par exemple : « ..... si l'on charge la machine au moment où on souffle des bulles de savon dans le voisinage, elles seront attirées à une distance de 30, 40 ou 50 centimètres, et même bien au delà si la machine est assez puissante. On voit alors les bulles se précipiter vivement sur le conducteur électrique et s'y briser; quelquefois les bulles résistent au choc, elles s'attachent au conducteur, s'y chargent; elles sont alors aussitôt repoussées au loin et attirées soit par l'expérimentateur, soit par le sol, sur lequel elles ne tombent, le plus souvent, qu'après avoir fait une série de bonds, pendant lesquels l'électricité de la bulle se combine avec celle de la terre..... »

Si l'on dépose sur le conducteur une série de bulles, « au moment où l'on

[1] *Expériences relatives au magnétisme et au diamagnétisme des gaz* (Comptes rendus, t. LXIV, p. 1141).

[2] *Effets de l'électricité statique sur les bulles de savon* (Bullet. de la Société Vaudoise des sc. naturelles, vol. IX, p. 655).

mettra en mouvement le plateau de verre de la machine, elles s'allongeront d'abord en forme d'ellipse, puis se détacheront du conducteur pour voler dans toutes les directions, avec une tendance toutefois à se diriger sur les personnes placées autour de la machine. »

Citons encore le passage suivant, où il s'agit de montrer que l'électricité statique ne se manifeste qu'à la surface extérieure des corps : « ..... si, sur un disque isolé (en métal), on souffle des bulles concentriques, lorsqu'on charge la machine, la bulle extérieure seule est influencée, elle se déforme plus ou moins suivant l'intensité de la charge, tandis que les bulles intérieures conservent toutes leur forme demi-sphérique. »

M. Cauderay recommande d'armer la machine d'un conducteur supplémentaire, afin que les expériences puissent se faire à une assez grande distance des supports isolants; sans cela, ces supports sont bientôt humectés par les gouttelettes que les bulles projettent en éclatant.

§ 13. Je n'ai pas cru devoir parler, dans ce résumé, des lames minces résultant de l'extension d'un liquide sur un autre, comme de l'huile sur l'eau, de l'alcool sur l'huile, etc. Une semblable lame, en effet, est d'un tout autre genre que celles dont je me suis occupé : elle est en contact par sa face supérieure avec l'air, et, par sa face inférieure, avec le second liquide; elle n'est pas libre de prendre différentes formes, et constitue simplement une couche ténue reposant sur la surface plane et horizontale du liquide sous-jacent.

Du reste, on peut consulter, à l'égard de ces lames, 1° un travail fort intéressant de M. Van Beek, intitulé : *Mémoire concernant la propriété des huiles de calmer les flots et de rendre la surface de l'eau parfaitement transparente* (Ann. de chim. et de phys. de Paris, 3e série, tome IV, 1842, page 257); 2° une note de M. Carrère sur *Deux procédés au moyen desquels on peut produire, avec une grande intensité, le phénomène des anneaux colorés* (Comptes rendus, 1855, tome XLI, page 1046); 3° un mémoire de M. Du Bois-Reymond, intitulé : *Experimental-Untersuchungen über die Erscheinungen welche die Ausbreitung von Flüssigkeiten auf Flüssigkeiten hervorruft* (Ann. de M. Poggendorff, 1858, tome CIV, page 193).

Avant de reprendre les questions générales relatives aux figures d'équilibre, je vais traiter maintenant deux faits particuliers, dont l'étude trouverait difficilement place ailleurs.

Ascension capillaire à de grandes hauteurs dans des tubes de grands diamètres.

§ 14. Ainsi qu'on le sait, l'ascension des liquides pesants dans les tubes dont ils peuvent mouiller les parois ne prend quelque développement que lorsque ces tubes ont de très-petits diamètres intérieurs, d'où est venue la dénomination de phénomènes capillaires, et la pesanteur établit toujours une limite à la hauteur de la colonne soulevée. Mais si l'on neutralise l'action de la pesanteur, ces restrictions doivent disparaître, et le liquide doit pouvoir monter indéfiniment dans un tube d'un diamètre quelconque.

Il m'a paru curieux d'essayer cette application de mes procédés [1]. On conçoit d'abord qu'il faut maintenir l'orifice supérieur du tube au-dessous de la surface du liquide alcoolique qui remplit le vase, afin que, tout se passant au sein de ce liquide, la pesanteur ne puisse exercer aucune influence sur le phénomène.

Avec cette condition, l'expérience paraît très-simple; il semble qu'il suffit de procéder de la manière suivante : 1° former, dans le liquide alcoolique, une sphère d'huile d'un volume convenable, les deux liquides ayant la même densité; 2° amener cette sphère près du fond du vase; 3° prendre un tube de verre d'un diamètre quelconque, mais d'une longueur telle qu'en supposant son extrémité inférieure en contact avec le haut de la masse d'huile, son extrémité supérieure n'atteigne pas la surface du liquide alcoolique; 4° mouiller parfaitement d'huile l'intérieur de ce tube; 5° enfin introduire ce même tube verticalemeut dans le vase, l'y enfoncer jusqu'à ce qu'il touche la masse d'huile, et le maintenir, par quelque moyen, immobile dans cette position.

§ 15. C'est bien à peu près ainsi, en effet, que l'expérience doit se faire; mais il est nécessaire d'employer certaines précautions accessoires qui faci-

[1] Mes premières expériences sur ce sujet ont été faites en 1842; j'en ai rendu, à cette époque, un compte sommaire dans les *Bulletins de l'Académie* (t. IX, 1re part., p. 298).



litent les opérations, et sans lesquelles on obtiendrait rarement un résultat complet.

En premier lieu, vu la nature des phénomènes que l'on veut observer, on comprend qu'il est avantageux de remplacer le vase à parois planes qui m'a servi jusqu'ici, par un appareil ayant moins de largeur et plus de hauteur; celui dont j'ai fait usage est une grande éprouvette en verre, large de 10 centimètres et haute de 55.

En second lieu, une égalité parfaite entre les densités de l'huile et du liquide ambiant est assez longue à obtenir; il est plus commode de faire en sorte que l'huile ait un très-petit excès de densité par suite duquel elle descende d'elle-même très-lentement au fond du vase, où l'on aura placé préalablement un morceau d'étoffe de coton (2e série, § 9); si l'excès de densité est extrêmement faible, il aura peu d'influence en présence de l'action des forces moléculaires.

En troisième lieu, pour que le tube une fois introduit dans l'appareil s'y soutînt dans la position convenable, j'ai employé le moyen simple que voici : près de l'extrémité supérieure du tube, on a enroulé un fil de cuivre, en le tordant ensuite avec une pince pour le serrer, mais de manière qu'il restât deux bouts libres d'une longueur suffisante; on a relevé obliquement ces deux bouts libres, et l'on en a replié les extrémités en forme de crochets; ceux-ci étant posés sur le bord supérieur du vase cylindrique, servent ainsi à suspendre le tube dans l'intérieur de ce vase. En outre, pour empêcher que le tube n'éprouvât des balancements incommodes, on a attaché, vers son milieu, et par le même moyen, un second fil de cuivre dont les bouts n'étaient point repliés en crochets et faisaient ressort contre la paroi intérieure du vase [1]; de cette façon, le tube se maintient immobile dans l'axe du système. Ajoutons que la longueur des fils de cuivre à crochets doit être telle que lorsque le tube est placé, son orifice inférieur atteigne le haut de la sphère d'huile qui repose sur le fond du vase.

En quatrième lieu, il faut faire garnir l'extrémité inférieure du tube d'un

[1] Il est nécessaire d'employer ici du fil de cuivre, et non du fil de fer : car ce dernier pourrait rayer le vase à l'intérieur, et l'on sait qu'il suffit souvent d'une raie imperceptible formée sur la paroi interne d'un vase de verre, pour occasionner la rupture de celui-ci.



collet en fer, muni lui-même, à son contour inférieur, d'un rebord mince d'environ 3 millimètres de largeur. Cette addition a pour objet de s'opposer à ce que la masse d'huile s'élève plus ou moins, et d'une manière irrégulière, sur la surface extérieure du tube; ici, comme dans l'expérience des §§ 5 à 7 de la 5me série, le petit rebord arrête toute ascension extérieure de l'huile, et oblige la masse à prendre sous le tube une position parfaitement symétrique.

En cinquième lieu, pour pouvoir apprécier la vitesse du mouvement de la colonne liquide ascendante et les variations de cette vitesse, on marque, avec de l'encre, sur le tube, des traits perpendiculaires à sa longueur et également espacés, de décimètre en décimètre, par exemple, à partir de l'orifice inférieur; ces traits sont tracés tout autour du verre, afin de rendre l'observation plus facile.

En sixième lieu, si, avant de plonger dans le vase le tube muni de tous les accessoires ci-dessus, on se borne à en mouiller d'huile la surface intérieure, on voit bientôt se manifester un phénomène qui m'a longtemps embarrassé : la couche d'huile se retire irrégulièrement pour s'accumuler en certains endroits et faire place, en d'autres, au liquide alcoolique, de sorte que la continuité de la couche huileuse est détruite. C'est en vain que l'on prend tous les soins possibles pour huiler parfaitement le tube à l'intérieur; on peut même y faire préalablement bouillir de l'huile, l'effet ci-dessus ne s'en produit pas moins [1]. Après plusieurs essais infructueux pour parer à cet inconvénient, j'ai imaginé le procédé suivant, qui donne une réussite complète. On ferme avec un bouchon de liége une des extrémités du tube, et l'on remplit celui-ci de saindoux fondu et très-chaud, qu'on y laisse séjourner pendant quelques minutes; on vide ensuite le tube, on le débouche, et, le suspendant verticalement, on le laisse égoutter, jusqu'à ce que la couche légère de saindoux qui y demeure adhérente soit entièrement refroidie; on a soin de le retourner de temps à autre, afin de rendre plus uniforme l'épaisseur de la couche graisseuse. Le tube étant ainsi préparé, on le bouche de

[1] Voir, pour l'explication théorique des phénomènes de ce genre, le § 227 du 5me mémoire de M. Dupré *Sur la théorie mécanique de la chaleur* (ANN. DE CHIM. ET DE PHYS. de Paris, 4me série, t. IX, 1866).



nouveau, on le remplit d'huile, on le vide immédiatement, on le débouche, et on le plonge aussitôt dans le vase; la couche d'huile retenue alors par son adhérence avec le saindoux ne se divise plus.

§ 16. Les choses étant ainsi organisées, l'expérience a un plein succès : dès que l'adhérence est établie entre la sphère d'huile et le rebord qui garnit l'orifice du tube, on voit l'huile s'élever graduellement dans l'intérieur de ce dernier jusqu'à en atteindre l'extrémité supérieure, bien que ce même tube ait un grand diamètre, et qu'on lui ait donné toute la longueur que permet la disposition de l'appareil. Pendant son ascension, la colonne d'huile se montre terminée par une surface hémi-sphérique concave. Son mouvement est un mouvement retardé; nous en connaîtrons bientôt la raison.

Dans l'une de mes expériences, le tube avait 14 millimètres de diamètre intérieur, et 42 centimètres de longueur; le diamètre de la sphère d'huile était d'environ 7 centimètres, et cette masse possédait un si petit excès de densité, qu'elle avait employé plus d'un quart d'heure à descendre jusqu'au fond du vase. Il est inutile d'ajouter que l'huile et le liquide alcoolique avaient été, comme dans toutes mes expériences, rendus autant que possible chimiquement inertes l'un à l'égard de l'autre, et qu'on opérait dans un lieu dont la température demeurait sensiblement constante.

Voici, dans ces conditions, les temps employés par le sommet de la colonne liquide à parcourir les décimètres successifs de la longueur du tube :

1er décimètre	1′ 47″
2me —	3′ 37″
3me —	6′ 37″
4me —	9′ 0″

On voit que ces temps vont en croissant, et qu'ainsi, comme je l'ai dit plus haut, le mouvement est retardé.

§ 17. Cherchons à nous rendre raison de cette particularité, et, pour cela, examinons quelles sont les actions mises en jeu dans le mouvement ascensionnel du liquide.

Pendant l'accomplissement du phénomène, le tube est occupé par l'ensemble de deux colonnes, l'une inférieure formée d'huile et qui va en aug-

mentant de longueur, l'autre supérieure formée de liquide alcoolique et qui va, au contraire, en diminuant; mais les densités des deux liquides étant à fort peu près égales, on peut regarder la somme des masses de ces deux colonnes, ou la masse totale à mouvoir dans l'intérieur du tube, comme ne variant pas sensiblement. D'un autre côté, la force qui produit l'ascension de l'huile, est une force continue, et, de plus, croissante. En effet, elle résulte de la différence des pressions respectivement exercées par la surface convexe de la masse attachée à l'orifice inférieur du tube et par la surface concave qui constitue le sommet de la colonne; or cette dernière surface conserve la même courbure, et détermine, par conséquent, la même pression, pendant toute la durée du phénomène, tandis que la première, par la diminution graduelle de la masse qu'elle enveloppe, prend une courbure de plus en plus forte, et détermine ainsi une pression de plus en plus intense.

Maintenant la force dont il s'agit s'exerçant sur une masse invariable, tend nécessairement à produire un mouvement accéléré; mais il y a dans le système une résistance qui croît avec la hauteur de la colonne d'huile, et qui, par suite, tend au contraire à rendre le mouvement retardé. Cette résistance naît du frottement de la double colonne qui occupe le tube contre la couche d'huile adhérente à la paroi intérieure de celui-ci; le frottement de la partie huileuse de la colonne totale est évidemment beaucoup plus fort que celui de la partie alcoolique, et comme la résistance due au premier croît avec la longueur de la colonne d'huile, on comprend que la résistance totale qui provient des deux frottements va aussi en croissant. Le mouvement tend donc d'une part à être accéléré, et de l'autre à être retardé, et l'on admettra sans peine que la seconde influence peut l'emporter sur la première.

A la rigueur, dans l'appréciation de la force qui produit le mouvement ascensionnel, il faudrait considérer, outre l'action moléculaire de l'huile sur elle-même, celle du liquide alcoolique sur lui-même, et enfin l'action mutuelle des deux liquides. Mais il ne s'agit ici que de l'effet des courbures; or, aux surfaces de séparation des deux liquides, les courbures ont des sens opposés, suivant qu'on les regarde comme appartenant à l'un ou à l'autre de ces liquides, d'où il résulte que les actions qui en proviennent sont de même sens : par exemple, à la masse adhérente sous le tube, la surface de l'huile

étant convexe, de sorte que son rayon de courbure est positif, l'action due à cette courbure est dirigée à l'intérieur de l'huile, et la surface du liquide alcoolique étant concave, ce qui rend son rayon de courbure négatif, l'action que détermine la courbure est dirigée à l'extérieur du liquide en question et, par suite, encore à l'intérieur de l'huile. De plus, à chacune des surfaces de séparation, les courbures des deux liquides étant les mêmes en valeur absolue, les actions qui en proviennent sont partout dans un même rapport. En effet, d'après la formule de la pression, formule si souvent employée dans les séries précédentes, si l'on désigne par r le rayon de la sphère à laquelle appartient l'une de nos surfaces de séparation, l'action due à la courbure sera représentée d'une manière générale par $\frac{A}{r}$; si donc A_1 et A_2 sont les constantes capillaires respectives de l'huile et du liquide alcoolique, les actions provenant de la courbure de chacun de ces deux liquides seront respectivement, en valeurs absolues, $\frac{A_1}{r}$ et $\frac{A_2}{r}$, et conséquemment ces actions seront entre elles dans le rapport constant $\frac{A_1}{A_2}$. Ainsi, dans la production du phénomène qui nous occupe, ces mêmes actions s'ajoutent simplement, et l'une d'elles est proportionnelle à l'autre; il suffit donc, pour la simplicité des raisonnements, d'en considérer une seule, et l'on peut prendre à volonté celle de l'huile sur elle-même ou celle du liquide alcoolique sur lui-même. Quant à l'action mutuelle des deux liquides, action qui, du reste, est sans doute fort petite, elle ne fait que diminuer, dans un rapport évidemment constant aussi, la somme des deux précédentes, et par conséquent on peut la négliger.

§ 18. Comme on l'a vu plus haut, dans l'expérience telle que je l'ai décrite, il y a une cause qui empêche d'apercevoir l'effet simple des forces capillaires, effet qui devrait donner lieu à un mouvement accéléré de la colonne. Mais on peut atténuer l'influence de cette cause perturbatrice; il suffit pour cela d'exécuter l'expérience dans des conditions inverses des précédentes, c'est-à-dire en remplissant le vase d'huile et en substituant à la sphère d'huile une sphère de liquide alcoolique. En effet, il faudra alors que la paroi intérieure du tube soit mouillée d'une couche de ce dernier liquide, et les deux parties de la colonne ascendante frottant contre cette couche, on évitera ainsi le frottement si résistant de l'huile contre elle-même. Dans cette disposition de l'expérience, les frottements exercés par les deux parties de la

colonne étant, pour la partie inférieure celui du liquide alcoolique contre lui-même, et, pour la partie supérieure, celui de l'huile contre ce même liquide, la différence entre ces deux frottements, quel qu'en soit le sens, sera nécessairement beaucoup moindre que dans le cas précédent; d'où il suit que la résistance totale approchera beaucoup plus d'être indépendante de la hauteur de la partie inférieure de la colonne; on peut donc s'attendre à obtenir, dans ce cas, un mouvement accéléré.

§ 19. Essayons de soumettre ces conclusions à l'épreuve de l'expérience. Mais remarquons auparavant que le changement dans les conditions du phénomène en nécessite aussi dans les opérations préalables. Et d'abord pour que la sphère alcoolique, après être lentement descendue dans l'huile ambiante, ne puisse contracter d'adhérence avec le fond du vase, on dépose d'avance sur ce fond un disque de fer que l'on a soigneusement frotté d'huile.

En second lieu, la paroi intérieure du tube doit évidemment être mouillée d'une couche de liquide alcoolique; mais, si l'on n'emploie un moyen particulier, cette couche se divise, comme se divise la couche d'huile dans l'expérience précédente quand on n'a pas recours à l'enduit de saindoux. Le moyen que je vais indiquer a une efficacité complète : après avoir bouché le tube à l'une de ses extrémités, on le remplit d'une solution assez épaisse de gomme arabique, puis on le vide, on le débouche et on le laisse égoutter, en le retournant plusieurs fois pour que la couche gommeuse prenne une épaisseur égale partout, jusqu'à ce que cette couche soit parfaitement sèche [1]; alors, après l'avoir bouché de nouveau, on le remplit de liquide alcoolique que l'on en fait écouler immédiatement, on le débouche et on le plonge à l'instant dans l'huile du vase.

Enfin il faut encore empêcher la masse alcoolique de s'élever en partie sur la surface extérieure du tube, et, pour cela, il suffit que l'extrémité inférieure de celui-ci soit garnie, comme dans l'expérience précédente, d'un collet en fer; seulement ce collet doit être sans rebord, et il faut éviter soigneusement que de petites portions de la solution gommeuse ci-dessus ne s'attachent

[1] J'ai rencontré certains tubes qui n'exigeaient pas cette préparation, et qu'il suffisait de mouiller directement à l'intérieur avec le liquide alcoolique, après les avoir parfaitement nettoyés. Il sera, du reste, toujours plus sûr de faire usage de l'enduit gommeux.



à sa surface; il est bon, en outre, de le frotter d'huile, ce que l'on fera quand on aura terminé l'opération de la couche gommeuse.

Il est inutile d'ajouter que le tube doit être muni des fils de cuivre destinés à en assurer la position et des traits à l'encre qui servent à observer la marche du sommet de la colonne.

§ 20. Lorsque toutes ces dispositions sont prises, que le tube est en place et atteint par son extrémité inférieure la sphère alcoolique, le liquide qui forme celle-ci commence aussitôt à s'élever dans le tube, et son mouvement est en effet accéléré. Voici les résultats obtenus avec un tube de 15 millimètres de diamètre intérieur et de 42 centimètres de longueur, la sphère alcoolique ayant à peu près le même diamètre que la sphère d'huile de l'expérience précédente et ne possédant également qu'un très-petit excès de densité; le tube était partagé en demi-décimètres.

1er	demi-décimètre.	54″
2me	—	48″
3me	—	46″
4me	—	45″
5me	—	42″
6me	—	41″
7me	—	39″
8me	—	37″

Il y a un grand nombre d'années que j'ai effectué ces expériences d'ascension capillaire; or j'ai gardé le vague souvenir d'un fait dont je n'ai point pris note alors : je crois avoir essayé aussi avec un tube de longueur analogue, mais dont le diamètre intérieur n'était que de 5mm environ, et avoir constaté que le liquide n'y montait pas, ou s'arrêtait bientôt; si donc ma mémoire ne me trompe pas, il faut, pour réussir, employer des tubes larges, comme ceux dont j'ai parlé.

Constitution d'un courant gazeux qui traverse un liquide.

§ 21. La dernière partie de la 2me série contient, on l'a vu, la théorie complète de la constitution des veines liquides lancées par des orifices circulaires; je me suis proposé, depuis, l'étude du problème inverse. Une veine

liquide qui s'écoule dans l'air est un courant liquide qui traverse un gaz; or on peut se demander quelle est la constitution d'un courant gazeux qui traverse un liquide, et chercher si la théorie peut la faire prévoir ou en rendre raison. C'est ce que je vais examiner.

Concevons que d'un tube aboutissant verticalement de bas en haut au fond d'un liquide, se dégage abondamment un gaz qui ne se dissout point dans ce liquide, comme, par exemple, dans le procédé dont se servent les chimistes pour recueillir certains gaz sous une cloche primitivement pleine d'eau. Les molécules de ce gaz étant, à leur sortie du tube, animées d'un mouvement vertical de bas en haut, tendent à conserver ce même mouvement, et conséquemment le courant gazeux tend à traverser le liquide sous la forme d'un cylindre vertical continu, s'étendant de l'orifice du tube à la surface supérieure de ce liquide. Mais deux causes distinctes s'opposent à ce que le courant prenne cette forme : la première est la pression hydrostatique latérale du liquide, pression qui va en augmentant à partir du niveau jusqu'à l'orifice du tube; la seconde consiste dans les actions figuratrices moléculaires s'exerçant à la paroi liquide qui limite le courant.

Faisons d'abord abstraction de cette seconde cause, et cherchons quelle serait la forme du courant sous la seule influence combinée de la force qui pousse le gaz de bas en haut et de la pression hydrostatique du liquide. Le gaz tend, comme nous l'avons vu, à se creuser dans le liquide un canal cylindrique vertical; mais le liquide, en vertu de sa pression hydrostatique, devrait resserrer ce canal, tout en lui laissant sa forme de révolution, en sorte que la paroi liquide qui limite le courant serait, à partir du contour de l'orifice du tube, inclinée de tous les côtés vers l'axe. D'après cela, dans l'hypothèse où nous nous sommes placés de l'absence des forces figuratrices moléculaires, si, en un point quelconque de la paroi liquide, on décompose, dans un plan méridien, la force verticale des molécules gazeuses en deux autres forces, l'une tangente et l'autre normale à la ligne méridienne, il suffira évidemment, pour l'équilibre de figure, que cette dernière composante soit égale à la pression hydrostatique du liquide au même point. Or cette pression va en diminuant de l'orifice au niveau supérieur, et conséquemment, pour que la composante normale de la force ascensionnelle diminuât comme la pres-

sion, il faudrait que la paroi liquide se redressât graduellement à partir de l'orifice du tube, jusqu'à devenir tout à fait verticale au niveau supérieur, où la pression étant nulle, la composante normale devrait être également nulle.

On le voit donc, si les forces figuratrices moléculaires n'existaient pas, le canal à paroi liquide présenterait en creux, et de bas en haut, une forme analogue à celle que présente en relief, et de haut en bas, la partie en apparence lisse d'une veine liquide s'écoulant par un orifice circulaire percé en mince paroi dans le fond horizontal d'un vase, et nous savons que, dans toute l'étendue de cette partie lisse, l'effet des forces figuratrices demeure très-peu prononcé (2me série, § 70); en outre, de même que la partie lisse d'une veine liquide approche d'autant plus d'être cylindrique que la vitesse d'écoulement est plus grande, de même aussi notre canal approcherait d'autant plus de constituer un cylindre creux que la vitesse du gaz serait plus considérable.

§ 22. Mais comme les forces figuratrices moléculaires exercent leur action, les choses ne peuvent se passer de cette manière. Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer plusieurs fois, la condition de l'équilibre, au point de vue des forces moléculaires, est la même pour une figure liquide en creux et pour une figure liquide en relief, d'où il suit que la condition de stabilité est également la même; or, nous le savons, dans une veine liquide, la seconde de ces conditions n'est pas satisfaite, et, sous l'empire des forces moléculaires, le liquide passe graduellement (2me série, § 69), pendant son mouvement de translation, à l'état de masses séparées les unes des autres; donc, en vertu de l'analogie de forme que j'ai signalée, la figure liquide en creux qui servirait de canal au courant de gaz ne peut non plus satisfaire à la condition dont il s'agit, et doit passer à l'état d'espaces creux séparés par du liquide. En d'autres termes, notre courant gazeux doit, pendant son mouvement ascensionnel, se convertir en bulles isolées, et c'est en effet ce qui a lieu, comme chacun le sait.

Cependant il y a une différence essentielle dans les circonstances des deux phénomènes et, par suite, dans ces phénomènes eux-mêmes. Pour la faire bien comprendre, rappelons d'abord, en peu de mots, comment s'opère,

dans une veine liquide, la transformation graduelle en masses isolées; on pourra, pour les développements, recourir aux paragraphes de la 2me série cités plus haut. La veine, bien qu'à la simple vue elle paraisse lisse sur une assez grande étendue à partir de l'orifice d'écoulement, est en réalité composée, dans toute cette étendue et jusqu'à un certain point de la partie trouble, de portions alternativement renflées et étranglées, qui sont emportées dans le mouvement de translation du liquide et se renouvellent sans cesse à la section contractée. Chacun de ces renflements et de ces étranglements se prononce de plus en plus pendant son trajet, les premiers s'épaississant et les seconds se creusant toujours davantage; chaque étranglement a son maximum de creusement lorsqu'il arrive au point ci-dessus de la partie trouble; là il se change en un filet, qui se brise aussitôt en plusieurs portions, et une grosse masse se trouve isolée, ainsi que plusieurs petites provenant des portions du filet.

Cela posé, il est clair que, toujours dans une veine liquide, un étranglement ne s'approfondit qu'en chassant dans les deux renflements adjacents le liquide qui le constitue; or ce transport dans les deux sens exige des déplacements relatifs considérables des molécules, et le liquide, en vertu de sa viscosité, résiste plus ou moins à ces déplacements relatifs; de là résulte qu'il s'écoule un temps notable entre la naissance de chaque étranglement à la section contractée et la rupture du filet dans lequel cet étranglement se convertit, et que, pendant ce temps, l'étranglement parcourt un assez grand espace, de sorte que la veine présente une partie continue assez longue.

Maintenant, dans notre veine gazeuse, un étranglement s'approfondit en chassant dans les deux renflements adjacents non du liquide, mais du gaz, et celui-ci oppose aux déplacements relatifs de ses molécules une résistance incomparablement plus faible, d'où il suit que le temps qui s'écoule entre l'instant de la naissance de cet étranglement près de l'orifice et celui de sa rupture, doit être aussi incomparablement plus court. A la vérité, les modifications de l'étranglement ne s'effectuent que par un mouvement du liquide ambiant; mais il est visible que ce mouvement s'accomplit avec des déplacements relatifs beaucoup moindres, et, par suite, avec beaucoup moins de résistance que celui qui a lieu à l'intérieur d'un étranglement de la veine

liquide. Conséquemment l'espace parcouru dans le mouvement de translation, pendant ce même temps, sera bien plus petit, à égalité de diamètre d'orifice et de vitesse de sortie, pour le courant gazeux que pour la veine liquide, de sorte qu'à moins d'une vitesse énorme, le premier ne présentera pas notablement de partie continue.

§ 23. Pour soumettre ces déductions à l'épreuve de l'expérience, j'ai fait passer un courant d'air à travers de l'eau contenue dans le vase à parois planes en verre qui sert aux expériences avec l'huile et le liquide alcoolique. Le courant était amené par un tube en verre de 5^{mm} environ de diamètre intérieur, partant d'un gazomètre et recourbé de manière à descendre au fond du vase, puis à se relever verticalement jusqu'à quelques centimètres de ce fond; le niveau de l'eau dans le vase était à 15 centimètres au-dessus de l'orifice du tube; enfin l'air, dans le gazomètre, était soumis à une pression de 130 centimètres d'eau.

Dans ces conditions, qui devaient donner une vitesse considérable au courant gazeux, celui-ci, dans son passage à travers l'eau du vase, paraissait continu à l'œil; mais il était loin d'offrir la forme décrite dans le § 21; celle qu'il présentait était assez peu régulière; cependant on pouvait y observer des espèces de ventres et de nœuds, à peu près comme dans la partie trouble d'une veine liquide; enfin un bouillonnement continuel avait lieu à l'endroit où il perçait la surface de l'eau.

Ce bouillonnement permet de conclure que le courant gazeux, malgré sa grande vitesse, n'atteignait la surface de l'eau qu'en bulles isolées; de plus, sa figure apparente, si éloignée de celle qu'il aurait offerte s'il avait été réellement continu sur une partie notable de sa longueur, devait porter à croire que les bulles se formaient déjà très-près de l'orifice, et que l'aspect continu du courant dans toute son étendue était une simple illusion due au passage rapide de ces bulles, absolument comme l'aspect continu de la partie trouble d'une veine liquide est dû au passage rapide des masses isolées.

Pour rendre la chose plus certaine, on a abaissé le niveau de l'eau dans le vase jusqu'à ce qu'il ne fût plus qu'à environ 2 centimètres au-dessus de l'orifice du tube, et le bouillonnement n'a aucunement disparu; les bulles isolées se forment donc en réalité très-près de l'orifice, même pour de grandes

vitesses; en d'autres termes, la veine gazeuse n'a pas de partie continue. Quant à l'apparence de ventres et de nœuds, dont j'ai parlé plus haut, elle provient probablement de ce que chaque bulle qui se développe à l'orifice, rencontrant la résistance de l'eau du vase, s'aplatit d'abord dans le sens vertical, puis, pendant son mouvement à travers le liquide, exécute des oscillations de forme analogues à celles des masses isolées d'une veine liquide.

Un dernier fait particulier au courant gazeux, c'est l'absence de petites bulles accompagnant les grosses; ces petites bulles, si elles se produisaient, seraient rejetées en dehors du courant, par suite de la résistance plus grande qu'éprouverait leur mouvement ascensionnel à travers l'eau, et deviendraient ainsi visibles; or on n'en distingue que rarement, d'où il suit que lorsqu'une grosse bulle s'isole près de l'orifice, l'étranglement au moyen duquel s'opère la séparation se ferme sans donner naissance à un filet gazeux, sans doute parce que cet étranglement est trop court.

§ 24. Ce fractionnement en bulles isolées successives que les liquides font subir aux gaz qui y pénètrent explique le glouglou qui se produit lorsqu'on incline un flacon plein de liquide pour en faire sortir celui-ci : un échange s'établit alors entre le liquide qui s'écoule et l'air qui le remplace; mais dès qu'une portion d'air s'introduit dans le goulot, les forces figuratrices commencent à l'arrondir, elles en resserrent rapidement la partie voisine de l'orifice, l'étranglement ainsi formé se rompt, et la portion d'air se trouve séparée, à l'état de bulle complète, de l'air qui tendait à la suivre; le liquide occupe donc alors tout l'orifice, en sorte que l'échange avec l'air extérieur est interrompu, et que, par suite, l'écoulement est momentanément arrêté; puis les mêmes phénomènes se reproduisent, une seconde portion d'air entre dans le goulot pour remplacer une égale portion de liquide qui sort, cette portion d'air est façonnée en bulle comme la première, l'écoulement éprouve une nouvelle interruption par la fermeture de l'étranglement, pour recommencer de la même manière, et ainsi de suite. Les saccades que présente l'écoulement d'un liquide dans les circonstances dont il s'agit résultent donc encore de l'action des forces qui tendent à donner à la surface liquide en contact avec le gaz une figure d'équilibre stable. Sans cette action, l'échange entre le liquide et l'air s'opérerait d'une manière tranquille : le premier sortirait

par la partie la plus basse du goulot sous la forme d'un courant continu, tandis que le second entrerait par la partie la plus haute, également sous la forme d'un courant continu, et traverserait, sans se diviser, le liquide renfermé dans le corps du flacon : c'est ainsi, par exemple, que, dans l'expérience du passe-vin, l'échange des deux liquides à la petite ouverture se fait sans saccades, et qu'on voit un filet rouge continu à partir de cette ouverture jusqu'au niveau de l'eau, parce que, à cause du peu de différence de nature de ces deux liquides, il ne se développe point, à la surface par laquelle ils se touchent, de forces figuratrices sensibles.

ERRATUM.

Page 14, l'article relatif à Newton doit être séparé par un intervalle de celui qui concerne Leidenfrost.

RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR;

PAR

J. PLATEAU.

—

DIXIÈME SÉRIE[1].

RÉSULTATS OBTENUS PAR LES GÉOMÈTRES, ET VÉRIFICATIONS EXPÉRIMENTALES.

—

(*Présenté le 11 octobre 1868.*)

[1] Voir, pour les neuf séries précédentes, les tomes XVI, XXIII, XXX, XXXI, XXXIII, XXXVI et XXXVII des *Mém. de l'Acad.*



RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR.

RÉSULTATS OBTENUS PAR LES GÉOMÈTRES, ET VÉRIFICATIONS EXPÉRIMENTALES.

§ 1. J'ai dit, à plusieurs reprises, dans les séries précédentes, que les géomètres étaient arrivés à des résultats immédiatement applicables aux figures d'équilibre d'un liquide non pesant, ou même ayant mes expériences pour objet. Je vais maintenant rappeler ces résultats d'une manière succincte, en montrant leurs relations avec les faits que j'ai décrits.

Dans cet exposé, je ne suivrai pas exactement l'ordre de publication des résultats dont il s'agit, mais plutôt celui de mes séries; ces mêmes résultats se trouveront ainsi classés d'après la nature des faits auxquels ils se rapportent ou s'appliquent.

§ 2. Dans un mémoire publié en 1855, et intitulé : *Sur les surfaces des liquides tournants considérés en général, et, en particulier, sur l'expérience de rotation de M. Plateau* [1], Beer a traité par le calcul une partie des phé-

[1] *Ueber die Oberflächen rotirender Flüssigkeiten im algemeinen, insbesondere über den Plateau'schen Rotationsversuch* (Ann. de M. Poggendorff, t. XCVI, pp. 1 et 210).

nomènes qui forment le sujet de ma 1[re] série [1], et a obtenu incidemment certains résultats d'un grand intérêt pour les autres séries.

Concevant une masse liquide immergée dans un autre liquide de même densité et avec lequel elle ne peut se mêler, Beer suppose que les deux liquides tournent autour d'un axe commun, chacun d'eux ayant une vitesse angulaire quelconque mais uniforme, et ces deux vitesses pouvant d'ailleurs être de même sens ou de sens opposés. Prenant alors comme éléments du calcul les attractions moléculaires propres des deux liquides, leur attraction moléculaire mutuelle, leur densité commune et leurs vitesses angulaires, et appliquant à ces données le principe des vitesses virtuelles, puisqu'il s'agit d'une figure permanente, il parvient à une formule générale qui constitue l'équation différentielle de la surface de séparation des deux liquides.

Pour le cas où cette surface est de révolution autour de l'axe de rotation, il déduit de la formule générale dont je viens de parler le principe suivant :

La figure de la surface de séparation des deux liquides est identiquement ce qu'elle serait si la gravité était nulle, si le liquide qui tourne le moins vite était remplacé par le vide, et si l'autre liquide tournait avec une certaine vitesse déterminée [2].

De là résulte que dans le cas où le liquide extérieur ne tourne point, la masse immergée prend identiquement la même figure que si, dépourvue de pesanteur, elle tournait dans le vide avec une vitesse convenable.

Cette conséquence est fort importante pour mes expériences, puisqu'elle montre que les figures de la masse d'huile mise en rotation au sein du liquide alcoolique, du moins les figures de révolution, sont bien effectivement celles qui conviendraient à une masse liquide sans pesanteur et animée d'un semblable mouvement. Seulement cela n'est rigoureusement vrai que lorsque la vitesse angulaire est la même en tous les points de la masse; mais, ainsi

[1] On se souviendra que cette première série (Mém. de l'Acad., t. XVI) porte un titre un peu différent de celui des séries suivantes; ce titre est : *Sur les phénomènes que présente une masse liquide libre et soustraite à l'action de la pesanteur*, 1[re] partie.

[2] Beer énonce ici une relation entre cette vitesse et les vitesses effectives des deux liquides, mais elle est erronée; aussi l'auteur ne la reproduit pas dans son second mémoire, dont je parlerai bientôt et où certains résultats en font ressortir l'inexactitude; c'est pourquoi je la passe sous silence.

qu'on a pu le voir dans les §§ 17 et 18 de ma 1re série, cette condition se trouve sensiblement réalisée dans plusieurs expériences, et, quant à celles où elle ne l'est pas, on reconnaîtra, par l'accord des résultats de Beer avec les miens, qu'alors encore les figures sont peu altérées.

§ 3. Beer passe ensuite à la recherche de la ligne méridienne de la figure de la masse. Il prend pour axe des ordonnées l'axe de révolution, qui est en même temps, comme je l'ai dit, celui du mouvement de rotation, et arrive à une équation différentielle du premier ordre qui permet d'exprimer l'ordonnée y sous la forme d'une simple quadrature. Il n'essaie pas l'intégration de cette formule, qui contient, sous un radical, un polynome en x du huitième degré; il se borne à chercher, par une suite d'ingénieux artifices de calcul, les formes générales par lesquelles passe la ligne en question quand la vitesse est de plus en plus grande.

§ 4. Beer suppose d'abord la masse non traversée par un axe solide, et conséquemment entièrement libre. Il examine spécialement le cas où la ligne méridienne coupe l'axe de révolution, c'est-à-dire où la figure n'est point annulaire. Par cette restriction, la formule se simplifie; mais, pour en faciliter encore l'interprétation, Beer attribue une valeur constante au maximum d'abscisse, c'est-à-dire au rayon équatorial de la figure engendrée. Il parvient à une expression finie et fort simple du volume de cette figure, et alors le calcul lui montre que, dans l'hypothèse où il s'est placé du rayon équatorial constant, si l'on suppose la vitesse de rotation de plus en plus grande, on doit en même temps supposer le volume de plus en plus petit; les résultats qu'il obtient montrent donc simplement les aspects généraux de la courbe dans l'hypothèse d'un rayon équatorial constant et, par suite, d'un volume variable; ils laissent ignorer quelle est la loi qui lie ces formes aux valeurs relatives de la vitesse angulaire dans le cas d'un volume déterminé et invariable, et quelles dimensions prend alors la courbe sous chacune de ces mêmes formes. Voici les résultats dont il s'agit :

Pour une vitesse nulle, l'équation, qui s'intègre alors immédiatement, donne une circonférence de cercle dont le centre est sur l'axe, de sorte que la figure de la masse est une sphère. Ce résultat constitue un premier accord avec mes expériences, puisque, dans mon appareil, la masse d'huile, lors-

qu'elle n'est adhérente à aucun système solide et qu'elle est en repos, prend toujours la figure sphérique.

Tant que la vitesse angulaire est au-dessous d'une certaine limite, la ligne méridienne est un ovale, dont le petit axe coïncide avec l'axe de rotation, et cet ovale s'aplatit à mesure que la vitesse augmente. A la limite ci-dessus, la courbure devient nulle aux extrémités du petit axe, c'est-à-dire aux deux points où la courbe coupe l'axe de rotation.

Si la vitesse augmente encore, la courbure en ces mêmes points et jusqu'à une certaine distance, devient concave vers l'extérieur, de manière que la courbe présente alors, sur l'axe, deux sommets tournés l'un vers l'autre. Si la vitesse reçoit de nouveaux accroissements, la même modification se prononce davantage, jusqu'à ce que les deux sommets en regard viennent se toucher.

Il ne faut pas oublier qu'en conséquence du principe énoncé (§ 2), ces résultats s'appliquent aussi bien au cas fictif d'une masse liquide sans pesanteur tournant dans le vide, qu'à celui d'une masse liquide réelle tournant au sein d'un autre liquide de même densité avec lequel elle ne peut se mêler.

Toutes les formes précédentes se sont effectivement montrées dans les expériences de ma 1re série. A la vérité, la masse d'huile était traversée par un axe solide; mais cet axe, à cause de la petitesse de son diamètre, ne pouvait exercer d'influence notable sur les figures produites.

Pour des vitesses supérieures à celle qui détermine le contact des deux sommets, ceux-ci, qui jusque-là ont été en se rapprochant, se dépassent, en sorte que la ligne méridienne se coupe elle-même; alors, par conséquent, les résultats du calcul ne peuvent plus correspondre à la réalisation expérimentale d'une figure complète [1].

Pour traiter également par l'analyse l'anneau qui se produit dans mes expériences, il faut rendre à la formule sa première généralité. Beer se borne à indiquer comment on devra diriger le calcul, en supposant l'anneau formé.

§ 5. Parmi les formes mentionnées dans le paragraphe précédent, il en

[1] Beer indique, dans une note, un moyen de réaliser partiellement ce genre de figures.

est deux, savoir celle où la courbure méridienne est nulle sur l'axe et celle où les deux sommets se touchent, pour lesquelles Beer parvient à introduire la condition d'un même volume, et il trouve qu'alors ces deux formes correspondent à une même vitesse angulaire.

Ce résultat semble d'abord difficile à admettre; cependant on en reconnaît la possibilité par les considérations suivantes : quand le volume est le même, la seconde des deux formes en question suppose nécessairement une action plus grande de la force centrifuge, et conséquemment une plus grande extension équatoriale; mais, par suite de cet excès d'extension et du creusement autour de l'axe, la majeure partie de la matière se trouve éloignée de cet axe; si donc on imagine que, sans altérer ni le volume ni la vitesse angulaire, on change la première figure en la seconde, ce seul changement suffira pour déterminer une grande augmentation de la force centrifuge; on comprend ainsi que les deux formes se concilient fort bien avec l'égalité des vitesses. Quant à la relation du résultat dont il s'agit avec mes expériences, il en sera parlé plus loin.

§ 6. L'équation différentielle de la ligne méridienne donne, comme nous l'avons vu (§ 4), un ovale, dans le cas des faibles vitesses angulaires; mais elle montre que cet ovale n'est jamais une ellipse; ainsi la figure de la masse liquide ne constitue jamais un ellipsoïde de révolution, bien qu'elle puisse paraître telle à la simple vue (1re série, § 18). Or il suit de là que les figures de révolution imprimées à nos masses tournantes par l'action simultanée de la force centrifuge et de l'attraction moléculaire, diffèrent de celles que l'action simultanée de la force centrifuge et de l'attraction universelle feraient prendre à une grosse masse planétaire supposée à l'état fluide et tournant aussi sur elle-même. Cette différence fournit la preuve mathématique de ce que j'ai dit, en m'appuyant sur d'autres raisons, dans la deuxième note du § 62 de la 2me série, et dans le § 8 de la 5me, savoir qu'on ne peut rien déduire de mon expérience de l'anneau liquide, à l'appui d'une hypothèse cosmogonique.

§ 7. Beer tire encore de sa formule générale (§ 2) cette conséquence, évidente d'ailleurs a priori, que si les liquides tournent tous les deux, et si leurs vitesses angulaires, soit de même sens soit de sens opposés, sont égales

entre elles, la figure de la masse immergée est la même que lorsque les deux liquides sont en repos.

§ 8. Il examine ensuite le cas d'une figure en creux dans un liquide sans pesanteur animé d'un mouvement de rotation, cette figure étant encore de révolution autour de l'axe du mouvement. Il suppose toujours le rayon équatorial constant et conséquemment le volume variable, et il trouve que la figure sphérique, dans l'état de repos, s'allonge suivant l'axe à mesure que la vitesse augmente, et tend ainsi vers le cylindre, qui est la limite de ses variations.

Il suit du principe du § 2 que notre masse d'huile devrait prendre ces figures allongées si, au lieu d'imprimer le mouvement de rotation à cette masse, on l'imprimait au liquide alcoolique ambiant. J'ai réalisé cette condition dans une expérience relative à une autre recherche (note du § 18 de la 1re série), en faisant tourner sur son axe un vase cylindrique vertical qui renfermait le mélange alcoolique et la masse d'huile. Le mouvement de rotation se propageant de proche en proche, à partir de la paroi du vase, dans le liquide alcoolique avant de se communiquer notablement à la masse d'huile, on comprend que celle-ci se trouve, pendant quelque temps, plus ou moins dans les mêmes circonstances que si le liquide ambiant tournait seul avec la même vitesse angulaire en tous ses points, et qu'elle-même fût en repos ou seulement tournât avec une moindre vitesse; or, ainsi que je l'ai dit dans la note ci-dessus rappelée, peu après le commencement de la rotation du vase, la masse d'huile s'allongeait en effet dans le sens de l'axe.

Comme je l'ai dit encore dans la même note, si le vase continuait à tourner avec la même vitesse, la masse d'huile reprenait graduellement sa forme sphérique; c'est qu'alors cette masse participant peu à peu au mouvement général, finissait par tourner tout entière aussi vite que le liquide environnant, et par se trouver ainsi dans la condition du paragraphe précédent.

§ 9. Enfin, revenant aux figures en relief, Beer suppose la présence d'un axe solide cylindrique, ayant un diamètre quelconque, axe auquel adhère la masse liquide et qui tourne avec elle. Pour adapter l'équation générale (§ 3) à ce cas, il part du fait évident que la surface de la masse doit venir lécher celle de l'axe solide, du moins si cette dernière est enduite du même liquide,

et il introduit conséquemment la condition que la ligne méridienne [1] soit, en ses deux points extrêmes, tangente à la génératrice de cet axe; la courbe a alors nécessairement deux points d'inflexion. Beer emploie encore, dans le calcul, le même artifice que précédemment, c'est-à-dire qu'il maintient invariable le rayon équatorial de la figure.

Je ferai remarquer, en passant, que, dans l'état de repos, la figure appartient à celle que j'ai depuis nommée l'onduloïde (4me série, §§ 4 à 6). Voici maintenant les résultats auxquels Beer parvient :

1° A mesure que la vitesse de rotation augmente, les points extrêmes de la courbe vont en se rapprochant l'un de l'autre; en même temps les tangentes aux deux points d'inflexion tendent de plus en plus à devenir perpendiculaires à l'axe, et prennent cette position pour une valeur déterminée de la vitesse. 2° Au delà de cette valeur, les tangentes en question continuent à tourner dans le même sens, de manière qu'alors la courbe présente deux parties concaves dont les sommets se regardent. 3° Enfin, pour la plus grande valeur de la vitesse de rotation qui puisse correspondre à une figure continue et réalisée dans son état complet, ces deux sommets viennent se toucher.

C'est bien là aussi ce qui se montre dans mes expériences; seulement, comme l'axe solide employé dans celles-ci est d'un très-petit diamètre relativement aux dimensions de la masse liquide, la modification qu'il fait subir à la ligne méridienne, en l'obligeant à lui aboutir tangentiellement, est très-légère, et, ainsi que je l'ai dit, les figures produites ne diffèrent pas sensiblement de ce qu'elles seraient en l'absence de cet axe.

§ 10. Si l'on se place dans les conditions expérimentales, c'est-à-dire si l'on suppose la masse liquide avec l'axe solide immergée dans un autre liquide de même densité, et si l'on imagine que ce dernier tourne seul ou du moins tourne plus vite que l'autre, Beer trouve que, par l'augmentation successive de la vitesse angulaire du liquide ambiant ou de l'excès de cette vitesse sur celle de la masse, la figure, toujours dans l'hypothèse du rayon équatorial constant, n'éprouve d'autre modification qu'un allongement de plus en plus

[1] On ne considère évidemment ici qu'une moitié de la ligne méridienne totale, c'est-à-dire la portion située d'un seul côté de l'axe solide.



grand dans le sens de l'axe, de manière qu'elle converge vers la forme cylindrique.

§ 11. La plupart des questions traitées dans le mémoire que je viens d'analyser ont été reprises par Beer dans un second travail [1]. Ici il s'occupe uniquement du cas où la ligne méridienne coupe l'axe, et il montre qu'alors l'équation (§ 3) peut être ramenée aux fonctions elliptiques. Il effectue le calcul, et arrive à l'expression de l'intégrale, ce qui le met à même d'appliquer l'analyse à une masse d'un volume constant.

Il tire d'abord de ses formules cette conséquence, que, toutes choses égales d'ailleurs, les volumes de deux masses liquides tournantes qui présentent la même forme sont entre eux en raison inverse des carrés des vitesses angulaires de ces masses.

J'avais reconnu en effet, dans mes expériences, que, pour obtenir des résultats bien réguliers, il fallait faire tourner la masse d'autant moins vite qu'elle avait un plus grand volume. Pour former, par exemple, de beaux anneaux avec deux sphères d'huile ayant respectivement 6 centimètres et 10 centimètres de diamètre, j'ai dû mouvoir la manivelle avec des vitesses dans un rapport un peu supérieur à celui de 3 à 1 (1[re] série, § 11 et deuxième note du § 14). D'après la loi de Beer, les vitesses doivent être entre elles en raison inverse des puissances $\frac{3}{2}$ des diamètres des sphères, ce qui donnerait, pour les sphères ci-dessus, un rapport dépassant seulement un peu celui de 2 à 1; mais, pour que tout fût semblable dans les deux expériences, il aurait fallu que les diamètres des deux disques moteurs fussent entre eux comme ceux des sphères, c'est-à-dire comme 6 à 10, tandis qu'ils étaient comme 6 à 12; le disque qui mettait en mouvement la plus grosse masse était donc trop grand, et, par suite, avait un excès d'action qui exigeait qu'on le fît tourner moins vite. Si son diamètre avait été à celui du premier dans le rapport indiqué, le rapport des vitesses se serait certainement approché beaucoup du résultat théorique; ajoutons que l'estimation des diamètres et des vitesses n'était qu'approximative.

Enfin, dans ces expériences, la vitesse angulaire est loin d'être la même

[1] *Tractatus de theoriâ mathematicâ phænomenorum in liquidis actioni gravitatis detractis observatorum.* Bonn, 1857.

en tous les points de la masse (1re série, § 17); mais cette circonstance n'influe probablement pas d'une manière sensible sur la loi, car il est à croire que la vitesse angulaire moyenne est à peu près proportionnelle à celle du disque.

§ 12. Beer examine de nouveau les modifications que subit la ligne méridienne par les changements de la vitesse angulaire, mais ici l'intégration qu'il a effectuée lui permet, comme je l'ai dit, d'introduire la condition d'un volume constant. Il retrouve ainsi les formes qu'il avait reconnues dans le mémoire précédent, et dont j'ai parlé plus haut (§ 4); mais il peut construire les courbes avec exactitude et en leur donnant les dimensions relatives qui correspondent à un même volume. C'est ce qu'il fait à l'égard des principales, et je les reproduis ici en A, B, C, D (fig. 1), telles qu'il les représente : A est une circonférence de cercle, c'est le cas du repos; B est l'ovale dont la courbure est nulle sur l'axe de rotation; C est l'une des courbes qui présentent deux parties concaves dont les sommets se regardent; D est celle où ces deux sommets viennent se toucher; je dirai bientôt ce qui distingue la courbe C des autres du même genre.

Quant à la relation entre ces formes et la vitesse angulaire, Beer trouve les résultats suivants, dont les derniers sont une extension de celui que j'ai rapporté dans le § 5 :

Lorsque la masse commence à tourner, la ligne méridienne devient un ovale qui, à mesure que la vitesse est plus grande, s'aplatit de plus en plus dans le sens de l'axe, en s'étendant dans le sens équatorial, jusqu'à celui qui est représenté en B. En deçà de cette limite, à chaque valeur de la vitesse angulaire répond une forme unique; mais dès que la vitesse atteint la valeur qui donne la courbe B, une seconde forme devient également possible, savoir celle qui a pour ligne méridienne la courbe D. Si la vitesse augmente encore, à chacune de ses valeurs correspondent de même deux formes différentes, qui présentent des parties concaves autour de l'axe de rotation. Ces deux formes convergent l'une vers l'autre à mesure des accroissements de la vitesse : la forme dont la ligne méridienne est plus voisine de la courbe B va en se creusant dans le sens de l'axe de rotation et en se dilatant dans le sens équatorial, et la forme dont la ligne méridienne diffère moins de la courbe D va

en se dilatant dans le sens de l'axe, tandis qu'elle se contracte dans le sens équatorial; enfin, pour une certaine valeur de la vitesse, valeur dont le carré est au carré de celle à laquelle correspondent les courbes B et D comme 1,1369 est à 1, les deux formes se confondent en une seule, et l'on a alors pour ligne méridienne la courbe C. Quand la vitesse excède cette limite, l'équation ne peut plus être traitée par les fonctions elliptiques.

En réalité, pour chaque valeur de la vitesse supérieure à celle qui donne les courbes B et D, il y a quatre formes; mais la troisième est l'une de celles dont la ligne méridienne se coupe elle-même (§ 4) et qu'il faut rejeter comme ne pouvant correspondre à la réalisation expérimentale d'une figure complète, enfin la quatrième est une forme annulaire.

Rappelons ici, comme nous l'avons déjà fait dans le § 4, qu'en vertu du principe du § 2, tous ces résultats se rapportent aussi bien à une masse liquide supposée sans pesanteur et tournant dans le vide, qu'à une masse liquide réelle tournant au sein d'un autre liquide de même densité qu'elle.

§ 13. L'habile mathématicien va plus loin : il parvient à tirer de ses formules la valeur absolue de la vitesse angulaire qui produirait une forme déterminée avec un volume donné d'un liquide donné, pour le cas où celui-ci est seul, c'est-à-dire est supposé dépourvu de pesanteur et tournant dans le vide ou dans l'air. Il choisit comme exemple la vitesse maxima, à laquelle correspond, comme on l'a vu, la courbe C, et il obtient, pour trois liquides différents, les valeurs suivantes, qui expriment le nombre de révolutions par seconde, V désignant le volume en centimètres cubes :

Eau . . . . $\frac{5,94}{\sqrt{V}}$,

huile . . . . $\frac{4,16}{\sqrt{V}}$,

mercure . . . . $\frac{5,92}{\sqrt{V}}$.

§ 14. Dans le cas d'un espace creux au sein d'un liquide tournant (§ 8), ou bien, s'il s'agit de deux liquides, dans le cas où le liquide extérieur tourne seul ou tourne plus vite que l'autre, Beer retrouve aussi les figures à section

méridienne ovale allongées suivant l'axe de rotation, que lui avaient indiquées les calculs de son premier mémoire; seulement ici, comme le volume est constant, ces figures vont en se rétrécissant à mesure qu'elles s'allongent; Beer donne, pour une suite d'ovales méridiens de plus en plus allongés, le rapport des deux axes de la courbe.

§ 15. A propos des résultats que j'ai rapportés plus haut (§ 12), Beer s'exprime ainsi : « Ces résultats exciteront peut-être quelque étonnement; car, d'après l'expérience, on doit être porté à croire qu'à une vitesse angulaire donnée correspond toujours une figure unique, et qu'en supposant la vitesse graduellement croissante, la succession des figures, à partir de la sphère, amène d'abord les formes ressemblant à des ellipsoïdes aplatis dont l'aplatissement va en augmentant, puis les formes creusées autour des pôles, lesquelles passent enfin à celle que nous avons appelée patelliforme [1]. Mais nous ne regardons nullement comme certain que, dans l'expérience du liquide tournant, une rotation de plus en plus rapide de l'axe auquel adhère la masse, rende aussi de plus en plus grande la vitesse angulaire moyenne des particules de cette masse, vitesse moyenne qu'il faudrait introduire dans le calcul; il nous paraît plus probable qu'un mouvement de plus en plus rapide de l'axe solide a pour résultat de faire croître de plus en plus la quantité que, dans la mécanique analytique, on nomme le moment de rotation. S'il en est réellement ainsi, et si nous prenons pour argument non plus la vitesse angulaire, mais le moment de rotation, les formes correspondantes aux différents degrés de ce nouvel argument présenteront une succession tout autre que celle qui a été trouvée plus haut. »

Après avoir apporté plusieurs raisons à l'appui de l'opinion ci-dessus, Beer cherche l'expression du moment de rotation de la masse tournante, et l'obtient au moyen d'une intégrale elliptique. Cette formule lui permet de calculer, pour un même volume, une suite de valeurs croissantes du moment dont il s'agit à partir de zéro, et de montrer que la figure, toujours unique pour chacune de ces valeurs, passe alors de la sphère aux formes de plus en plus aplaties, puis aux formes de plus en plus creusées autour des pôles,

[1] C'est celle qui a pour ligne méridienne la courbe D (fig. 1) dont les deux sommets se touchent.

jusqu'à celle où les sommets des deux parties concaves viennent se toucher, et qu'il a nommée patelliforme. C'est lorsque le moment de rotation surpasse celui qui correspond à cette dernière forme que naissent les figures annulaires.

§ 16. Enfin Beer calcule la valeur absolue de la vitesse angulaire que doit avoir, sous un volume donné, une masse de chacun des trois liquides mentionnés plus haut (§ 13), pour prendre la figure patelliforme, ces trois liquides étant supposés sans pesanteur et tournant dans le vide ou dans l'air : il trouve que, dans ce cas fictif, une sphère d'huile de 3 centimètres de rayon doit, pour atteindre la forme en question, exécuter 0,37 de révolution par seconde. Il trouve ensuite que, dans le cas réel d'une sphère d'huile du même rayon mise en rotation au sein du mélange alcoolique, la vitesse qui détermine la même forme est au plus de 0,50 de révolution; puis il ajoute : « M. Plateau a observé que, dans ces dernières conditions, une sphère d'huile de la dimension indiquée parvient à la limite où elle passe à la forme annulaire, quand l'axe solide auquel elle adhère fait deux ou trois tours par seconde. Ce nombre de tours est de quatre à six fois plus grand que celui que nous venons de déduire des valeurs des constantes capillaires comme étant le maximum dans les conditions normales. Ce résultat n'est pas étonnant, et ne paraît aucunement opposé à notre théorie; en effet, en faisant abstraction de toutes les autres causes perturbatrices qui introduisent des différences entre les conditions réelles de l'expérience et les conditions idéales de la théorie, on remarquera qu'il est impossible que la vitesse angulaire moyenne des molécules superficielles atteigne la vitesse de l'axe solide. »

Beer a raison quant à l'inégalité de vitesse angulaire : j'ai indiqué moi-même, dans le § 17 de ma 1re série, un moyen par lequel on constate que la vitesse angulaire des parties de la masse éloignées de l'axe solide est beaucoup moindre que celle des parties plus rapprochées; seulement il se trompe en prenant la vitesse de deux ou trois tours par seconde donnée à l'axe pour celle qui opérerait le passage de la figure patelliforme à la figure annulaire; cette vitesse produit le plus bel anneau; mais l'anneau ainsi obtenu n'est pas celui qui succéderait immédiatement à la figure patelliforme si l'on pouvait

réaliser par l'expérience cette succession immédiate : les circonstances de sa formation montrent qu'il est plus grand, plus développé, et résulte conséquemment d'une vitesse plus considérable de l'axe. J'ai décrit (1re série, § 22) une autre expérience, qui paraît avoir échappé à Beer, et qui fait connaître la vitesse à donner à l'axe pour réaliser la figure patelliforme, toujours avec une masse de la même dimension : j'ai dit, dans le paragraphe cité, que lorsqu'on fait mouvoir l'axe, et conséquemment le petit disque, avec une vitesse d'un tour par seconde, la masse se montre fortement creusée autour de ses pôles, comme si l'anneau était près de se développer; or c'est là évidemment la figure patelliforme, ou du moins une figure très-voisine, et l'on voit que la vitesse correspondante de l'axe est simplement double du maximum de vitesse angulaire trouvée par Beer pour cette même figure patelliforme.

Tel est l'ensemble des belles recherches de Beer sur les figures d'une masse liquide en rotation et soumise aux seules actions moléculaires; il peut être considéré comme résolvant le problème d'une manière complète pour une masse finie non traversée par un axe solide et pour les figures de révolution non annulaires.

§ 17. Occupons-nous maintenant des résultats mathématiques applicables à l'état de repos de la masse.

Si, dans la formule générale (§ 2) à laquelle Beer parvient dans son premier mémoire pour représenter la surface de séparation des deux liquides tournants, on égale à zéro les quantités qui désignent les vitesses angulaires respectives de ces liquides, elle se réduit à $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} =$ constante, R et R' étant les rayons de courbure principaux; d'où Beer conclut que, dans l'état de repos des deux liquides, la figure de la masse immergée est identiquement la même que si cette masse était en réalité dépourvue de pesanteur et se trouvait placée dans le vide.

On se rappelle que j'étais arrivé (2me série, § 8) à ce même résultat par le simple raisonnement; les calculs de Beer viennent donc confirmer l'exactitude de ce raisonnement, et donner ainsi une nouvelle sanction à mes expériences.

Beer conclut en outre, comme je l'avais fait également, que, dans cet

état de repos des deux liquides, la surface d'équilibre serait la même si la masse immergée était remplacée par un espace creux au sein de l'autre liquide, celui-ci étant supposé sans pesanteur.

Dans son premier mémoire encore, Beer arrive incidemment au résultat que j'avais trouvé pour la limite de la stabilité du cylindre, et il revient de nouveau sur ce sujet dans son second travail; mais je réserve pour la série suivante tout ce qui concerne la stabilité des figures liquides.

§ 18. Avant mes recherches, Poisson est, je pense, le seul qui ait touché directement à la question des figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur. A la fin d'un mémoire lu à l'Académie des sciences en 1828 [1], il établit l'équation différentielle de ces figures, puis il démontre par l'analyse « qu'il n'existe qu'une seule figure d'équilibre possible parmi les sphéroïdes de révolution très-peu différents d'une sphère, et que cette figure est celle de la sphère elle-même. »

On se souviendra que j'ai démontré sans aucun calcul (4me série, § 2) que, parmi les figures d'équilibre de révolution, il n'y a que la sphère dont la ligne méridienne atteigne l'axe [2].

§ 19. Plus tard, dans sa *Nouvelle théorie de l'action capillaire* [3], publiée en 1831, Poisson, cherchant à déterminer l'équation de la surface libre d'une petite quantité d'un liquide pesant comprise entre deux plans solides horizontaux, arrive d'abord à une équation différentielle du deuxième ordre, contenant un terme dans lequel la quantité g, ou la gravité, entre implicitement comme facteur, équation qui, si l'on faisait $g=o$, se réduirait, comme cela doit être, à celle de mes figures d'équilibre de révolution, mise sous la forme différentielle. Il fait voir ensuite que, dans une certaine hypothèse relative au volume du liquide, hypothèse qui revient à prendre ce volume assez petit pour que l'influence de la gravité soit très-minime par rapport à celle des actions moléculaires, on peut, dans une première approximation, négliger

[1] *Mémoire sur l'équilibre des fluides* (Mém. de l'Acad. des sciences de Paris, t. IX, année 1830, p. 1).

[2] Déjà en 1751, Segner, dans le travail dont j'ai présenté le résumé au § 3 de ma 8me série, était arrivé, par sa théorie de la tension, à ce résultat qu'une masse liquide finie et sans pesanteur devrait prendre la forme sphérique.

[3] Chap. VI de cet ouvrage.

le terme dont il s'agit, ce qui est conséquemment la même chose que de supposer le liquide sans pesanteur. Poisson obtient la première intégrale de l'équation ainsi réduite, puis il remarque qu'on pourra toujours obtenir la seconde au moyen des fonctions elliptiques, et, dans quelques cas, au moyen des arcs de cercle et des logarithmes.

§ 20. Rappelons ici que les surfaces représentées par l'équation générale $\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}=C$, ou nos surfaces d'équilibre, sont celles dont la courbure moyenne est constante.

Ces mêmes surfaces sont considérées généralement, d'après un résultat de l'analyse, comme étant celles qui, avec une étendue donnée, renferment un volume maximum, ou, ce qui revient au même, comme étant les surfaces minima qui renferment un volume donné. Nous verrons, dans la série suivante, que ce principe doit subir une modification.

Dans le cas où l'on a $C=o$, c'est-à-dire où la courbure moyenne est nulle, les géomètres ont encore généralement admis que l'équation représente les surfaces dont l'aire, considérée d'une manière absolue, est un minimum, ou, comme on les nomme plus simplement, les surfaces minima, et ce second principe doit également être modifié. Ces dernières surfaces sont évidemment telles qu'en chacun de leurs points les deux rayons de courbure principaux sont égaux et de signes contraires.

§ 21. En 1841, M. Delaunay [1], en s'occupant, sous un point de vue purement mathématique, des surfaces de révolution satisfaisant à la condition $\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}=C$, est arrivé à un mode de génération extrêmement simple et bien remarquable de leurs lignes méridiennes : il a fait voir, au moyen du calcul, que ces lignes peuvent être décrites par l'un des foyers d'une section conique, lorsque celle-ci roule sur une ligne droite. Cette ligne droite est alors l'axe de révolution de la surface.

Plus tard M. Lamarle [2] a démontré géométriquement le même principe à l'aide de ses méthodes nouvelles et si fécondes.

[1] *Sur la surface de révolution dont la courbure moyenne est constante* (Journ. de M. Liouville, t. VI, p. 309).

[2] *Théorie géométrique des rayons et centres de courbure* (Bull. de l'Acad., 1857, 2me série, t. II, p. 33).

Ces deux géomètres se contentent de la démonstration du principe dont il s'agit, sans chercher les formes des lignes ainsi tracées; seulement M. Delaunay rappelle que la chaînette peut être engendrée de cette manière par le foyer d'une parabole; mais il est aisé de voir que les lignes résultant de ce mode de génération présentent toutes les particularités de forme et toutes les modifications que j'ai conclues, dans ma 4me série, de l'expérience et du raisonnement, et que Beer avait, de son côté, partiellement déduites du calcul peu de temps avant la publication de cette 4me série, comme je le dirai bientôt.

En effet, on reconnaît d'abord évidemment que lorsque la courbe roulante est une ellipse, la ligne décrite par l'un quelconque des foyers est une courbe sinueuse se reproduisant périodiquement le long de la droite, et présentant alternativement un maximum et un minimum de distance à cette droite : ce sera, par conséquent, la ligne méridienne de l'onduloïde.

Plus le rapport des axes de l'ellipse se rapprochera de l'unité, moins les sinuosités de la ligne décrite seront prononcées, et si ces deux axes sont égaux, c'est-à-dire si la courbe roulante est un cercle, la ligne décrite devient une droite parallèle à la première, et la figure de révolution devient un cylindre.

Au contraire, plus le rapport des axes de l'ellipse s'éloignera de l'unité, plus les sinuosités seront fortes. Si, le grand axe conservant une valeur finie, le petit axe diminue jusqu'à s'annuler, de sorte que l'ellipse se réduise à son grand axe, aux extrémités duquel se trouvent alors les foyers, la ligne décrite consistera en une suite de demi-circonférences de cercle qui se touchent sur la droite; la figure de révolution est donc, dans ce cas, une suite de sphères égales tangentes les unes aux autres sur l'axe, et dont rien n'empêche de concevoir l'une quelconque isolée.

Si l'on prend de nouveau des ellipses non réduites à leur grand axe, et qu'on les suppose de plus en plus grandes, mais telles que la distance du foyer décrivant au sommet correspondant soit la même pour toutes, les parties rentrantes des lignes tracées s'approcheront toutes jusqu'à cette même distance de la droite; mais les parties convexes vers l'extérieur présenteront des dimensions de plus en plus étendues, et enfin, à la limite des accroisse-

ments de l'ellipse, c'est-à-dire lorsque celle-ci se sera transformée en une parabole, la ligne décrite n'aura plus qu'une seule partie rentrante, toutes les autres s'étant éloignées à l'infini : ce sera une chaînette, et la figure engendrée sera le caténoïde.

Reste le cas où la courbe roulante est une hyperbole. Au premier abord on ne voit pas bien qu'on puisse faire rouler une hyperbole sur une ligne droite, de manière que l'un des foyers décrive une ligne continue; mais remarquons que lorsque l'une des parties de l'hyperbole aura roulé tout entière sur la droite, de sorte que celle-ci, primitivement asymptotique à l'une des branches, sera devenue asymptotique à l'autre branche, la seconde partie de l'hyperbole aura en même temps la droite pour asymptote et pourra être considérée comme la touchant à une distance infinie; il y aura donc continuité mathématique dans le roulement si nous faisons alors rouler sur la droite cette seconde moitié de l'hyperbole, et si, après qu'elle aura à son tour roulé en totalité de manière que la droite soit redevenue tangente commune, nous recommençons à faire rouler la première moitié, et ainsi de suite. Or on se convaincra aisément que la ligne tracée dans ces circonstances par un même foyer est une courbe continue qui présente, le long de la droite, une succession indéfinie de nœuds; c'est donc la ligne méridienne du nodoïde, et en faisant varier le rapport des axes de l'hyperbole roulante, on produira toutes les variations de cette figure.

Lorsque l'hyperbole passera à la parabole, la ligne décrite se réduira à une chaînette, et la figure engendrée sera un caténoïde. Lorsque, l'axe réel de l'hyperbole conservant une valeur finie, l'axe imaginaire s'annulera, ce qui placera les foyers aux extrémités du premier et réduira l'hyperbole à deux droites situées dans le prolongement l'une de l'autre et partant de ces mêmes extrémités, on voit sans peine que les nœuds disparaîtront et que la ligne décrite deviendra une suite de demi-circonférences, de sorte que la figure engendrée sera la suite de sphères. Enfin lorsque, l'axe réel de l'hyperbole conservant encore une valeur finie, l'axe imaginaire croîtra indéfiniment, ce qui ouvrira de plus en plus les deux moitiés de l'hyperbole en éloignant les foyers des sommets, on voit de même facilement que les nœuds de la ligne décrite s'élargiront, puis empiéteront les uns sur les autres, c'est-

à-dire que cette courbe éprouvera les modifications dont j'ai parlé dans le § 35 de la 4me série; seulement la limite de ces variations, savoir la condensation de la courbe entière en une seule circonférence de cercle, est, au point de vue du roulement, une limite mathématique qui ne peut être atteinte en réalité, puisque alors les foyers sont à des distances infinies de la droite, et que la moitié de l'hyperbole qui s'appuie sur celle-ci est confondue avec elle dans toute son étendue.

Cette discussion du tracé des lignes méridiennes devait naturellement trouver place après l'exposé du principe de M. Delaunay; mais je dois dire ici qu'une discussion analogue a déjà été publiée par M. Lindelöf, dans un mémoire dont je parlerai au § 31.

§ 22. Le calcul de M. Delaunay et la démonstration de M. Lamarle mentionnée plus haut n'excluent pas la possibilité de surfaces de révolution à courbure moyenne constante autres que celles dont les lignes méridiennes sont tracées comme ci-dessus; mais M. Lamarle est revenu ensuite [1] sur le même sujet, et a fait voir, toujours au moyen des méthodes qui lui sont propres, que ce mode de génération est le seul qui puisse donner des surfaces de révolution à courbure moyenne constante.

On se rappelle qu'à la fin de ma 4me série j'avais établi, par l'emploi du simple raisonnement appliqué à l'expression $\frac{1}{M} + \frac{1}{N} = C$, que les seules figures d'équilibre de révolution d'une masse liquide sans pesanteur sont la sphère, le plan, le cylindre, le caténoïde, l'onduloïde et le nodoïde.

§ 23. Beer consacre une partie de son second mémoire [2] à l'état de repos de la masse liquide. Ici encore il s'occupe uniquement des figures d'équilibre de révolution, et il cherche, au moyen des fonctions elliptiques, l'intégrale complète de l'équation de leurs lignes méridiennes. Comme j'aurai occasion de faire usage de ces résultats, je vais indiquer, en peu de mots, comment Beer parvient à la première et à la seconde intégrale.

Il prend l'axe de révolution pour axe des y. Alors, p et q désignant respectivement les coefficients différentiels du premier et du second ordre, on

[1] *Exposé géométrique du calcul différentiel et intégral*, 3me partie, 1863, p. 247 (Mém. de l'Acad., collection in-8°, t. XV).

[2] Voir la note du § 11.

a, comme on sait, pour représenter la normale, l'expression $\frac{x\sqrt{1+p^2}}{p}$, et, pour le rayon de courbure, $\frac{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}{q}$; en égalant à une constante la somme des inverses de ces deux quantités, on a conséquemment, pour l'équation des figures en question,

$$\frac{q}{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}+\frac{p}{x\sqrt{1+p^2}}=\mathrm{C}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [1]$$

Maintenant, si l'on multiplie les deux membres par xdx, et qu'on remplace qdx par son équivalent dp, il vient

$$\frac{xdp}{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}+\frac{pdx}{\sqrt{1+p^2}}=\mathrm{C}xdx;$$

or il est facile de voir que le premier membre de l'équation ainsi transformée est la différentielle de $\frac{px}{\sqrt{1+p^2}}$; on aura donc, en intégrant,

$$\frac{px}{\sqrt{1+p^2}}=\frac{\mathrm{C}x^2}{2}+\mathrm{C}' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [2]$$

C′ étant la constante arbitraire. Telle est l'intégrale première cherchée.

Représentant alors par α_1 et α_2 les abscisses respectives minima et maxima de la courbe, Beer transforme cette équation en la suivante :

$$dy=\frac{x^2\pm\alpha_1\alpha_2}{\sqrt{(\alpha_1^2-x^2)(x^2-\alpha_2^2)}}dx; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [3]$$

puis il passe à l'intégration par les fonctions elliptiques. Il pose

$$x^2=\alpha_1^2\sin^2\varphi+\alpha_2^2\cos^2\varphi,$$

et, plaçant l'origine des coordonnées au pied de l'abscisse minima α_1, il obtient, en définitive, pour représenter la ligne méridienne, l'équation

$$y=\alpha_2\left\{\mathrm{E}\left(c,\frac{\pi}{2}\right)-\mathrm{E}(c,\varphi)\right\}\pm\alpha_1\left\{\mathrm{F}\left(c,\frac{\pi}{2}\right)-\mathrm{F}(c,\varphi)\right\} \quad \ldots\ldots \quad [4]$$

dans laquelle les lettres F et E désignent respectivement les fonctions ellip-

tiques de première et de seconde espèce. Le module c et l'amplitude φ sont définis par les relations :

$$c = \sqrt{\frac{\alpha_2^2 - \alpha_1^2}{\alpha_2^2}}, \quad \varphi = \text{arc sin} \sqrt{\frac{\alpha_2^2 - x^2}{\alpha_2^2 - \alpha_1^2}}.$$

§ 24. Beer déduit de ces formules les résultats suivants :

L'équation [4] représente deux genres de courbes, selon qu'on prend le supérieur ou l'inférieur des deux signes qui affectent l'un des termes du second membre.

Au signe supérieur correspond une ligne ondulée analogue à la sinusoïde, et formée de parties identiques qui se reproduisent indéfiniment le long de l'axe. L'abscisse des points d'inflexion est moyenne proportionnelle entre les abscisses minima et maxima. La tangente en ces mêmes points est égale à $\frac{2\sqrt{\alpha_1 \alpha_2}}{\alpha_2 - \alpha_1}$. La distance entre les abscisses minima et maxima a pour valeur

$$y' = \alpha_2 \mathrm{E}\left(c, \frac{\pi}{2}\right) + \alpha_1 \mathrm{F}\left(c, \frac{\pi}{2}\right);$$

en doublant cette expression, on a, dans la figure engendrée, l'intervalle entre le cercle de gorge d'un étranglement et celui de l'étranglement suivant. Les limites des variations qu'éprouve cette figure quand on fait varier le rapport entre α_1 et α_2, sont la sphère et le cylindre. On pourra réaliser cette même figure, en faisant adhérer une masse d'huile à un cylindre solide au sein d'un alcool de même densité que l'huile.

En prenant, dans l'équation [4], le signe inférieur, on a également une ligne composée de parties identiques qui se reproduisent le long de l'axe. Si l'on considère l'une de ces parties commençant à un minimum d'abscisse, elle descend d'abord en tournant sa concavité vers le haut, atteint un point inférieur où la tangente est parallèle à l'axe des x et dont l'abscisse est moyenne proportionnelle entre les abscisses minima et maxima, puis remonte, en conservant toujours le même sens de courbure, jusqu'au maximum d'abscisse, au delà duquel elle continue jusqu'à un nouveau minimum par une portion symétrique à la première. La distance entre les abscisses minima

et maxima a pour expression

$$y' = \alpha_2 \mathrm{E}\left(c, \frac{\pi}{2}\right) - \alpha_1 \mathrm{F}\left(c, \frac{\pi}{2}\right).$$

Les limites des variations de la figure engendrée sont, d'une part, la sphère, et, d'autre part, une circonférence de cercle ayant son centre sur l'axe et son plan perpendiculaire à celui-ci. La ligne méridienne ci-dessus sera celle d'une masse alcoolique entourant, au sein d'une huile de même densité, un cylindre métallique.

§ 25. Présentons ici quelques remarques au sujet de cette partie du travail de Beer. Les deux lignes méridiennes qu'il discute sont celles de l'onduloïde et du nodoïde; mais, on le voit, une autre ligne méridienne, savoir celle du caténoïde, lui a complétement échappé; il l'aurait trouvée en faisant, dans l'intégrale première (éq. [3] du § 23), la quantité α_2 égale à l'infini.

En second lieu, par suite de cette singulière omission, Beer n'assigne aux variations des figures engendrées par les deux premières que deux limites, au lieu de trois qu'elles ont en réalité.

En troisième lieu, il trouve, pour la seconde limite de la deuxième figure, une simple circonférence de cercle, tandis que j'ai trouvé un cylindre placé transversalement par rapport à l'axe des nodoïdes dont il dérive. Cette différence tient à ce que Beer considère ce que devient la figure à mesure que les abscisses maxima et minima de la ligne méridienne approchent de l'égalité, mais en conservant des valeurs finies, tandis que, rendant au contraire constante la différence de ces deux abscisses, j'ai supposé qu'elles convergeaient toutes deux vers l'infini, ou, pour parler plus exactement, que l'axe de révolution s'éloignait indéfiniment de la courbe (4me série, § 35). Je n'ai point parlé de la limite consistant en une simple circonférence, parce qu'elle ne peut constituer une figure liquide; c'est une limite mathématique, et non physique.

Enfin, quant au moyen indiqué par Beer pour la réalisation partielle de la deuxième figure, c'est-à-dire du nodoïde, il est exact théoriquement, mais il serait d'une application bien difficile; on peut se convaincre, en effet, par ce que j'ai exposé dans le § 31 de ma 4me série, qu'une sem-

blable figure liquide dépasserait de beaucoup sa limite de stabilité; on ne pourrait donc l'obtenir qu'en la maintenant par des entraves convenables.

Je rappellerai ici que le mémoire de Beer a paru quelques mois seulement avant ma 4me série. Nous avons cherché tous deux, par des moyens essentiellement différents, les formes des figures d'équilibre de révolution. Ainsi que je l'ai fait remarquer dans le § 1 de la 4me série et qu'on l'a vu plus haut (§ 21), on pouvait arriver à ces formes en partant du principe de M. Delaunay; mais Beer, par la simplicité et l'élégance qu'il a su donner à l'équation différentielle du premier ordre et à l'intégrale elliptique, a facilité l'étude analytique et la construction exacte des lignes méridiennes de l'onduloïde et du nodoïde, et, de mon côté, en réalisant physiquement toutes les figures d'équilibre de révolution, avec leurs variations et les limites de celles-ci, j'ai fourni à la théorie l'appui des vérifications expérimentales. De plus, en n'employant, conjointement avec l'expérience, que le seul raisonnement ou des constructions géométriques très-simples, j'ai rendu nettement accessible à l'esprit les relations entre les formes dont il s'agit et la condition générale de l'équilibre, et j'ai mis la recherche de ces mêmes formes à la portée des personnes qui ne sont point familiarisées avec les hautes mathématiques.

§ 26. A propos d'une question relative à la transformation spontanée d'un cylindre indéfini, Beer, dans le même mémoire, détermine les expressions du volume et de la surface d'une portion de sa première figure, ou, en d'autres termes, de l'onduloïde, cette portion étant comprise entre deux sections perpendiculaires à l'axe. Pour cela, dans les formules générales qui représentent le volume et la surface d'une figure quelconque de révolution, il remplace dy par son équivalent (éq. [3] du § 23), puis il intègre par les fonctions elliptiques; le module et l'amplitude sont les mêmes que précédemment.

On reconnait aisément que la substitution ci-dessus permettrait d'intégrer également par les fonctions elliptiques dans le cas du nodoïde.

On s'assurera d'ailleurs sans peine qu'on obtient par une intégration ordinaire le volume et la surface d'une portion de caténoïde; on pourra donc évaluer, pour toutes les figures d'équilibre de révolution, le volume et la

surface d'une portion limitée par deux sections quelconques perpendiculaires à l'axe.

§ 27. M. Mannheim a présenté, en 1858, à la Société Philomatique de Paris [1], sur la théorie des *roulettes*, une note dans laquelle il pose d'abord ce théorème :

Lorsqu'une courbe plane ABC roule sur une droite fixe EF, la roulette décrite par un point M lié à la courbe roulante a même longueur que la courbe GPH, lieu des projections du point M sur les tangentes à ABC [2].

Puis il en déduit plusieurs corollaires, parmi lesquels se trouve le suivant :

La courbe décrite par le foyer d'une ellipse qui roule sur une droite a même longueur que la circonférence décrite sur le grand axe comme diamètre.

On sait, en effet, que le lieu des projections du foyer d'une ellipse sur les tangentes à celle-ci est une circonférence de cercle ayant le grand axe pour diamètre.

M. Mannheim ne parle point de la courbe décrite par le foyer d'une hyperbole roulante; mais on sait également que le lieu des projections du foyer d'une hyperbole sur les tangentes est une circonférence de cercle ayant pour diamètre l'axe réel de l'hyperbole, d'où il suit que la courbe tracée par l'un des foyers a même longueur que la circonférence en question. Cette extension à la ligne méridienne du nodoïde a, du reste, été signalée déjà par M. Lindelöf (§ 31).

Le principe de M. Mannheim permet, on le voit, d'évaluer la longueur de portions déterminées de la ligne méridienne de l'onduloïde et de celle du nodoïde, quand on a le grand axe de l'ellipse roulante et l'axe réel de l'hyperbole roulante; or ces axes sont connus lorsqu'on connaît les distances minima et maxima de la courbe décrite à la droite fixe; en effet, si l'on se représente l'ellipse roulante dans la position où son grand axe est perpendiculaire à la droite fixe, on voit que le foyer décrivant est alors le plus près ou

[1] Journ. *l'Institut*, n° 1260.

[2] Plus tard, M. Mannheim a reconnu (JOURN. DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, XLme cahier) que ce théorème avait été énoncé dès 1840 par Steiner.

Quelque temps après la publication de l'article de M. Mannheim, M. Lamarle a donné (BULLET. DE L'ACAD., 1858, 2me série, t. IV, p. 239), à l'aide de ses nouvelles méthodes, une démonstration extrêmement simple de ce même théorème.

le plus loin de cette droite, et qu'ainsi les distances minima et maxima ci-dessus sont celles de ce foyer aux deux sommets de l'ellipse; le grand axe est donc égal à leur somme. On trouvera de même que l'axe réel de l'hyperbole roulante est égal à la différence des distances maxima et minima de la courbe décrite à la droite fixe.

L'énoncé de M. Mannheim relatif à la ligne méridienne de l'onduloïde se rapporte au développement entier de l'ellipse roulante sur la droite fixe; mais, on le comprend, le théorème général s'applique également à une portion moindre quelconque de ce développement et conséquemment de la courbe décrite.

Du reste, en substituant, dans l'expression $\int dx \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$ d'un arc de courbe, la valeur de $\frac{dy}{dx}$ relative aux lignes méridiennes de l'onduloïde et du nodoïde (formule [3] du § 23), on s'assurera que l'intégration s'effectue aisément par les moyens ordinaires.

Comme la ligne méridienne du caténoïde, ou la chaînette, est rectifiable, on voit qu'on pourra toujours évaluer, soit par une construction géométrique, soit par le calcul, la longueur d'un arc donné de chacune des lignes méridiennes des figures d'équilibre de révolution.

§ 28. J'ai fait voir, par le simple raisonnement (4me série, § 16), 1° que, pour des bases d'un diamètre donné, il existe une limite d'écartement de celles-ci au delà de laquelle il n'y a plus de caténoïde possible entre elles; 2° que, lorsque les bases sont moins écartées, on peut toujours concevoir deux caténoïdes différents s'appuyant sur elles; en outre, j'ai déduit de l'expérience (*ibid.*, §§ 20 et 21) qu'à la limite ci-dessus, la distance des bases est à fort peu près les $\frac{2}{3}$ de leur diamètre.

Tous ces résultats avaient été obtenus au moyen du calcul par Goldschmidt [1]. Ce savant trouve la valeur précise du rapport limite entre le rayon des bases et l'écartement de celles-ci, et, du nombre qu'il donne, on tire, pour le rapport limite entre cet écartement et le diamètre des bases, la valeur 0,6627, valeur qui est effectivement, on le voit, très-voisine de 0,6666, ou $\frac{2}{3}$.

[1] *Determinatio superficiei minimæ rotatione curvæ data duo puncta jungentis circa datum axem ortæ* (Göttingue, 1831).

Goldschmidt indique une construction géométrique élégante pour déterminer la position des sommets respectifs des deux chaînettes méridiennes, dans le cas d'un écartement des bases moindre que la limite. Il en déduit cette conséquence qu'à la limite même, si, du point où l'axe de symétrie de la chaînette unique coupe l'axe de révolution, l'on mène une tangente à la courbe, le point de contact est à l'une des extrémités de l'arc intercepté. On conclut de là que si l'on mène également une tangente à l'autre extrémité du même arc et qu'on prolonge ces deux tangentes, elles iront toucher aussi à ses extrémités l'arc méridien opposé. Cette propriété caractérise d'une manière simple le caténoïde limite.

Goldschmidt montre qu'au delà de l'écartement limite, on n'obtient plus, comme surface de révolution minima s'appuyant sur les bases, que l'ensemble de deux plans occupant respectivement ces dernières.

Enfin il arrive au résultat suivant : l'aire engendrée par la révolution d'une portion quelconque de la chaînette méridienne est égale à la moitié de l'aire du cylindre ayant pour base le cercle de gorge et pour hauteur la portion de l'axe comprise entre les normales menées aux deux extrémités de l'arc générateur.

§ 29. Rappelons-nous que le caténoïde limite est en même temps (4me série, §§ 18 et 21, et 5me série, § 15) le caténoïde à sa limite de stabilité ; que cependant, lorsqu'il est réalisé avec une masse pleine, il se montre encore permanent, mais que, lorsqu'on le produit à l'état laminaire, il se désunit dès qu'il atteint la hauteur limite.

En partant de là, et en employant certaines précautions, j'ai pu soumettre à une vérification expérimentale la valeur précise 0,6627 du rapport limite. Pour cela, j'ai substitué aux anneaux en fil de fer deux bandes de fer ployées cylindriquement, d'un centimètre de hauteur et de deux millimètres d'épaisseur, ayant leurs bords en regard taillés extérieurement en biseau sous un angle d'environ 45°, de manière que les arêtes de ces deux biseaux, arêtes d'où devait partir la lame, fussent tranchantes. Ces deux bandes ou anneaux étaient façonnés au tour; le diamètre des circonférences formées par chacune des arêtes ci-dessus a été trouvé exactement le même pour les deux [1], et égal

[1] On a mesuré ces diamètres au moyen du cathétomètre, en plaçant pour cela les anneaux dans une position verticale.

à 71^{mm},02. La fig. 2 représente, en grandeur réelle, la coupe verticale du côté gauche du système. Ces mêmes anneaux étaient portés comme les anneaux en fil de fer, savoir l'inférieur par trois petits pieds et le supérieur par une fourche; seulement ces pieds et cette fourche étaient plus solides. De même que dans les expériences du § 15 de la 5me série, la tige verticale à laquelle on devait visser la queue de la fourche s'adaptait, à l'aide d'une pièce intermédiaire convenable, à l'extrémité de la lunette d'un cathétomètre; on pouvait ainsi élever bien verticalement l'anneau supérieur, et en même temps mesurer avec exactitude la quantité dont son arête tranchante s'était séparée de celle de l'anneau inférieur.

Les choses étant ainsi disposées, on a procédé de la manière suivante : on a posé, par ses pieds, l'anneau inférieur sur une tablette à vis calantes et sous l'anneau supérieur soutenu, comme je l'ai dit, par le cathétomètre; on a rendu bien horizontale l'arête du premier, au moyen des vis calantes et d'un petit niveau à bulle d'air; on a descendu ensuite le second, et, à l'aide d'une pince, on a courbé légèrement la queue de la fourche dans un sens ou dans un autre, en faisant glisser en même temps, de petites quantités, l'anneau inférieur sur la tablette, jusqu'à ce que les deux arêtes fussent exactement superposées. Alors, après avoir remonté l'anneau supérieur, on a mouillé de liquide glycérique les bords en biseau des deux anneaux, en se servant pour cela d'un pinceau, puis on a abaissé de nouveau l'anneau supérieur jusque très-près de l'autre, et l'on a rempli du même liquide la rainure circulaire formée par les deux biseaux, en y promenant le pinceau bien imbibé. Cela fait, on a soulevé l'anneau supérieur jusqu'à un millimètre environ en deçà de la quantité qu'indiquait la théorie, et qu'on avait préalablement déterminée, puis on a fait agir, avec des ménagements extrêmes, la vis du mouvement graduel, en s'arrêtant au moment précis de la rupture de l'équilibre, c'est-à-dire à l'instant où la figure se resserre rapidement pour se désunir en son milieu et se convertir en deux lames planes, comme avec les anneaux en fil de fer.

Avec le diamètre des bords tranchants indiqué plus haut, savoir 71^{mm},02, on devait avoir (§ précéd.), pour la hauteur du caténoïde limite et consé-

quemment pour l'écartement de ces bords correspondant à la rupture de l'équilibre, $71^{mm},02 \times 0,6627 = 47^{mm},06$. Or, sur sept fois qu'on a effectué l'expérience, la lecture au cathétomètre a donné six fois identiquement la même valeur, savoir $46^{mm},97$, et une fois $46^{mm},92$ qui s'écarte à peine de la précédente. On doit donc regarder la valeur $46^{mm},97$ comme étant celle que donne l'expérience; elle ne diffère de la valeur théorique $47^{mm},06$ que de $0^{mm},09$, quantité qui n'atteint pas les deux millièmes de cette valeur théorique.

J'appellerai ici l'attention sur une autre vérification de la théorie. Nous avons vu (§ précéd.) que, d'après les calculs de Goldschmidt, lorsque l'écartement des bases excède la limite, il n'y a plus, comme surface de révolution à courbure moyenne nulle s'appuyant sur ces bases, que deux plans qui les occupent respectivement; or nous savons en effet, par l'expérience ci-dessus et par celles des §§ 3 et 15 de la 5me série, qu'au moment où, par l'écartement graduel des anneaux, on atteint la limite théorique soit exactement, soit à fort peu près, le caténoïde laminaire compris entre eux se transforme spontanément en deux lames planes.

La discussion contenue dans le § 38 de ma 4me série et le théorème de M. Delaunay (§ 21) complété par M. Lamarle (§ 22) ont, du reste, montré, depuis, que, parmi les surfaces de révolution, le caténoïde et le plan sont les seules à courbure moyenne nulle.

§ 30. MM. Lindelöf et Moigno ont traité de nouveau, en 1861, le problème du caténoïde [1]; ils retrouvent, par une méthode plus courte, plusieurs des résultats de Goldschmidt.

§ 31. En 1863, M. Lindelöf a repris [2] toute la question des surfaces de révolution à courbure moyenne constante. Partant du théorème de M. Delaunay (§ 21), il cherche spécialement les relations entre les propriétés des

[1] *Leçons de calcul des variations.* Paris, 1861, nos 102 à 105.

[2] *Théorie des surfaces de révolution à courbure moyenne constante* (Mém. de la Société des sciences de Finlande).

Un résumé détaillé de ce mémoire est inséré dans le journal *Les Mondes* (t. III, pp. 394, 414 et 431).

surfaces en question et les éléments de la conique roulante. Il déduit de ses calculs une suite de résultats presque tous nouveaux que je vais mentionner.

Disons d'abord que l'auteur nomme onduloïde complet et nodoïde complet les portions de l'onduloïde et du nodoïde indéfinis dont les lignes méridiennes correspondent respectivement à une révolution entière de l'ellipse et de l'hyperbole génératrices. Voici maintenant les résultats :

1° La somme des courbures principales en chaque point de la surface est, pour l'onduloïde, égale à la courbure du cercle circonscrit à l'ellipse génératrice, et, pour le nodoïde, égale à la courbure d'un cercle ayant pour diamètre l'axe transverse de l'hyperbole génératrice.

2° Rectification de la ligne méridienne de l'onduloïde complet, donnée antérieurement par M. Mannheim (§ 27), avec extension à la ligne méridienne du nodoïde complet (*Ibid.*).

3° Mesure de l'aire du caténoïde engendrée par une portion quelconque de la chaînette méridienne, trouvée déjà par Goldschmidt (§ 28).

4° Le volume du caténoïde terminé par deux plans quelconques perpendiculaires à l'axe égale la moitié de celui du cylindre ayant pour base le cercle de gorge, et pour hauteur la partie de l'axe comprise entre les normales extrêmes à une méridienne.

5° Le volume du caténoïde s'obtient aussi en multipliant la surface de ce caténoïde par le demi-rayon du cercle de gorge.

6° Le volume du caténoïde limite est la moitié de celui du cylindre de même base et de même hauteur [1].

7° L'aire d'un onduloïde complet équivaut à celle d'un cylindre dont la base est le cercle circonscrit à l'ellipse génératrice d'une méridienne, et dont la hauteur est la circonférence d'une ellipse ayant pour axes les diamètres du plus grand et du plus petit cercle parallèle.

8° L'aire d'un nodoïde complet équivaut à celle d'un cylindre dont le diamètre est l'axe transverse de l'hyperbole génératrice d'une méridienne,

[1] J'avais trouvé ce résultat longtemps auparavant, et je l'avais communiqué à M. Lindelöf, ainsi qu'il le déclare dans son mémoire. Ce même résultat n'est pas reproduit dans le résumé du journal *Les Mondes*.

et dont la hauteur est la circonférence d'une ellipse ayant pour axes les diamètres du plus grand et du plus petit cercle parallèle.

9° Le volume d'un onduloïde complet surpasse celui d'un cylindre dont la base est le cercle circonscrit à l'ellipse génératrice d'une méridienne, et dont la hauteur égale la circonférence de l'ellipse ayant pour axes les diamètres du plus grand et du plus petit cercle parallèle, du tiers de l'excès de ce même cylindre sur un second cylindre de même hauteur que l'onduloïde, et dont la base est le cercle inscrit à l'ellipse génératrice.

10° Le volume du nodoïde complet surpasse celui du cylindre dont le diamètre est égal à l'axe transverse de l'hyperbole génératrice d'une méridienne, et dont la hauteur égale la circonférence de l'ellipse ayant pour axes les diamètres du plus grand et du plus petit cercle parallèle, du tiers de la somme de ce même cylindre et d'un second cylindre de même hauteur que le nodoïde, et dont le diamètre est égal à l'axe conjugué de l'hyperbole génératrice.

§ 32. J'ai soumis à l'expérience le résultat 6° du paragraphe précédent. Pour cela, il fallait réaliser, dans le liquide alcoolique, un caténoïde limite plein, puis le convertir en cylindre par le rapprochement des bases. Mais comme toute l'huile du caténoïde devait être contenue dans ce cylindre, il fallait éviter la formation des bases convexes de celui-ci, et conséquemment comprendre la masse liquide entre des disques et non entre des anneaux. Dans ces conditions, le seul moyen à employer pour obtenir le caténoïde limite était d'écarter les disques l'un de l'autre d'une quantité égale à la hauteur du caténoïde limite correspondant à leur diamètre, puis de faire adhérer à leurs faces en regard une masse d'huile en excès, et enfin d'absorber de ce liquide, au moyen de la petite seringue, jusqu'à ce que le cercle de gorge eût le diamètre appartenant à ce même caténoïde limite.

Le diamètre des disques dont j'ai fait usage était de $71^{mm},49$; la hauteur du caténoïde limite correspondant à ce diamètre devait donc (§ 29) être égale à $71^{mm},49 \times 0,6627 = 47^{mm},38$.

MM. Lindelöf et Moigno ont trouvé [1], pour le rapport du rayon des bases

[1] Voir la note du § 30.

à celui du cercle de gorge, la valeur 1,81017, dont l'inverse est 0,5524; avec mes disques, le diamètre du cercle de gorge devait donc être égal à $71^{mm},49 \times 0,5524 = 39^{mm},49$.

Dans l'expérience, les disques étaient l'un au-dessus de l'autre; l'inférieur reposait sur le fond du vase par trois petits pieds, et le supérieur était porté par une tige verticale fixée à son centre et traversant à frottement doux le bouchon métallique du couvercle. On a réglé l'écartement de ces disques au moyen du cathétomètre, et, pour régler de même le diamètre du cercle de gorge de la figure liquide, on a couché le cathétomètre horizontalement sur des supports convenables.

Une difficulté accidentelle a empêché qu'on n'atteignît l'écartement précis $47^{mm},38$; celui auquel on s'est arrêté était, d'un côté, $46^{mm},85$, du côté opposé $47^{mm},05$, et conséquemment, en moyenne, $46^{mm},95$, quantité inférieure à la valeur théorique d'un peu moins du centième de celle-ci.

En ce qui concerne le cercle de gorge, on a conduit l'absorption de l'huile jusqu'à ce que le diamètre de ce cercle fût réduit à $39^{mm},60$, quantité qui excède à peine la valeur théorique des trois millièmes de celle-ci.

La figure ainsi obtenue approchait donc extrêmement du caténoïde limite, et conséquemment son volume devait être à fort peu près celui d'un cylindre de même base et d'une hauteur égale à la moitié de la distance des disques, c'est-à-dire égale à $23^{mm},47$; or, après avoir abaissé le disque supérieur jusqu'à ce que la figure parût exactement cylindrique, la mesure de la hauteur de ce cylindre a donné, d'un côté $23^{mm},00$, et, du côté opposé, $23^{mm},07$, moyenne $23^{mm},03$. La différence entre ce résultat et la hauteur théorique $23^{mm},47$ est de $0^{mm},44$, qui n'est pas les deux centièmes de cette hauteur théorique; elle provient sans doute, en grande partie, de ce qu'il y a toujours une petite incertitude sur le point exact où la forme cylindrique est rigoureusement atteinte.

Bien que cette expérience laisse quelque chose à désirer quant à la précision, on peut cependant, je pense, la regarder comme fournissant une vérification suffisante du principe théorique.

§ 33. Pour terminer ce qui est relatif aux surfaces d'équilibre de révolution, j'ajouterai ici que j'ai cherché les expressions des rayons de courbure

des lignes méridiennes respectives de l'onduloïde et du nodoïde au minimum et au maximum de distance à l'axe, et que j'ai trouvé ces expressions fort simples.

Voyons d'abord celles qui concernent l'onduloïde. Pour y arriver commodément, partons de la formule générale de l'équilibre en fonction du rayon de courbure et de la normale. Désignons par ρ_1 et ρ_2 les rayons de courbure respectivement correspondants aux deux points dont il s'agit, points pour lesquels, en conservant les notations de Beer (§ 23), les normales sont α_1 et α_2; nous aurons ainsi les deux équations

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\alpha_1} = C, \\ \frac{1}{\rho_2} + \frac{1}{\alpha_2} = C. \end{aligned}\right\} \quad [a]$$

D'autre part, si nous prenons, comme Beer, l'axe de révolution pour axe des y, et si nous remarquons qu'alors, aux deux points considérés, la tangente est infinie, l'équation [2] du § 23, en y remplaçant successivement x par α_1 et par α_2, nous donnera les deux suivantes :

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 = \frac{C\alpha_1^2}{2} + C', \\ \alpha_2 = \frac{C\alpha_2^2}{2} + C', \end{aligned}\right\} \quad [b]$$

d'où, par l'élimination de C', on tire

$$C = \frac{2}{\alpha_2 + \alpha_1};$$

enfin, substituant cette valeur de C dans les deux équations [a], on trouve :

$$\left.\begin{aligned} \rho_1 = -\alpha_1 \frac{\alpha_2 + \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1}, \\ \rho_2 = \alpha_2 \frac{\alpha_2 + \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1}. \end{aligned}\right\} \quad [c]$$

La valeur de ρ_1 est négative, parce que, au point minimum de la ligne méridienne de l'onduloïde, la courbure de cette ligne est concave.

De ces deux expressions on déduit la relation fort simple aussi

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = -\frac{\alpha_2}{\alpha_1};$$

ainsi les valeurs absolues des rayons de courbure respectivement correspondants aux distances maxima et minima à l'axe sont entre elles comme ces mêmes distances.

Appliquons les mêmes considérations au nodoïde. Si l'on regarde la constante C comme positive, ce qui revient à supposer le liquide dans la concavité de la courbe, la normale au point minimum sera évidemment négative; pour cette figure, il faudra donc, dans la première des équations [a], remplacer α_1 par $-\alpha_1$. Quant à la substitution de α_1 à x dans l'équation [2] du § 23, je dois présenter une remarque. D'après la forme et la position de la courbe, l'abscisse x est toujours positive dans l'équation dont il s'agit, et, par suite, il en sera de même de α_1, qui joue ici simplement le rôle d'abscisse; mais, dans le premier membre de cette équation, x est multiplié par la quantité $\frac{p}{\sqrt{1+p^2}}$ dont il faut déterminer le signe au point minimum où sa valeur absolue devient l'unité; or si nous nous reportons à l'expression générale $\frac{x\sqrt{1+p^2}}{p}$ ou $\frac{x}{\frac{p}{\sqrt{1+p^2}}}$ de la normale, et si nous nous rappelons qu'au point minimum la normale est négative malgré le signe essentiellement positif de x, nous en conclurons qu'en ce même point la quantité $\frac{p}{\sqrt{1+p^2}}$ est égale à -1, et qu'ainsi, quand on remplacera x par α_1, le premier membre de l'équation deviendra $-\alpha_1$.

Il suffira donc, pour le nodoïde, de changer, dans les équations [a] et [b], α_1 en $-\alpha_1$, et conséquemment, pour avoir les valeurs de ρ_1 et de ρ_2 correspondantes à cette figure, on n'aura qu'à faire le même changement dans les expressions [c], ce qui donnera

$$\left.\begin{aligned} \rho_1 &= \alpha_1 \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1}, \\ \rho_2 &= \alpha_2 \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1}; \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [d]$$

d'où l'on déduit aussi

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1},$$

de sorte qu'ici encore les deux rayons de courbure sont entre eux comme les distances à l'axe.

Je n'ai point parlé, à propos de l'onduloïde, de la question ci-dessus relative au signe, parce que dans cette figure la normale est partout positive.

La deuxième des expressions [c] montre qu'à l'équateur des renflements de l'onduloïde, la courbure méridienne est toujours moindre que celle d'une circonférence de cercle qui aurait son centre sur l'axe, et la deuxième des expressions [d] montre que, dans le nodoïde, à l'équateur des portions convexes vers l'extérieur, la courbure méridienne est, au contraire, plus forte que celle d'une semblable circonférence. J'étais déjà arrivé à ces résultats dans la 4me série, mais d'une manière moins précise.

Si, au résumé théorique contenu dans les paragraphes qui précèdent à partir du § 21, on joint l'ensemble des expériences de mes 2me, 4me et 5me séries, on reconnaîtra qu'à l'exception des questions de stabilité qui, ainsi que je l'ai annoncé, formeront la matière d'une série spéciale, il reste peu de chose à faire pour que l'étude générale des figures d'équilibre de révolution, tant au point de vue mathématique qu'au point de vue physique, soit absolument complète.

§ 34. Passons aux figures d'équilibre qui ne sont pas de révolution, et résumons d'abord quelques travaux partiels. Meusnier avait signalé [1] comme surface telle qu'en chaque point les deux rayons de courbure principaux soient égaux entre eux et de signes contraires, ou, ce qui revient au même, comme surface à courbure moyenne nulle, l'héliçoïde gauche à plan directeur, c'est-à-dire l'héliçoïde engendré par une droite qui glisse d'un mouvement uniforme le long d'une autre droite à laquelle elle est perpendiculaire, tandis qu'elle tourne, d'un mouvement également uniforme, autour de cette même droite.

[1] *Mémoire sur la courbure des surfaces* (MÉM. DE L'ACAD. DES SCIENCES DE PARIS, savants étrangers, 1785, p. 477).



En 1842, M. Catalan [1] a démontré que, parmi les surfaces réglées, le plan et l'héliçoïde dont il s'agit sont les seules dont la courbure moyenne est nulle.

§ 35. En 1859, M. Lamarle a repris la question sous un point de vue plus étendu, au moyen de ses méthodes géométriques [2] : il a cherché d'une manière générale quelles sont les surfaces réglées dont la courbure moyenne est constante; il retrouve ainsi, pour le cas de la courbure moyenne nulle, le résultat de M. Catalan, et il fait voir que, dans le cas d'une courbure moyenne finie et constante, il n'y a qu'une seule surface réglée, savoir le cylindre de révolution.

§ 36. J'ai réalisé, à l'état laminaire, l'héliçoïde gauche à plan directeur. La charpente solide employée dans cette expérience est représentée en projection verticale par la fig. 3 : elle se compose d'un fil de fer droit servant d'axe, autour duquel circule un autre fil de fer courbé en hélice régulière; ce dernier fil est replié à chacune de ses extrémités de manière à aboutir à l'axe par une portion rectiligne et perpendiculaire à ce même axe; ces prolongements rectilignes, qui représentent les deux positions extrêmes de la droite génératrice, sont soudés à l'axe, et maintiennent ainsi l'hélice. Les fils de fer ont environ un millimètre d'épaisseur, le diamètre de l'hélice est de 10 centimètres, et la distance d'une spire à la suivante de 6 centimètres; enfin il y a deux spires complètes. Ajoutons que tout l'ensemble a été oxydé par l'acide nitrique affaibli (5me série, §§ 14 et 18).

Quand, après avoir plongé cette charpente dans le liquide glycérique et l'y avoir laissée pendant quelques secondes, on l'en retire, on la trouve occupée par une belle lame s'étendant partout de l'axe aux spires, et constituant d'une manière parfaite l'héliçoïde gauche en question.

En effet, l'ensemble formé par l'hélice en fil de fer, les deux parties qui la rattachent à l'axe, et la portion de celui-ci comprise entre ces deux droites, constitue un contour fermé qu'on peut évidemment concevoir tracé tout entier

[1] *Sur les surfaces réglées dont l'aire est un minimum* (JOURN. DE M. LIOUVILLE, t. VII, p. 203).

[2] *Théorie géométrique des centres et axes instantanés de rotation* (BULL. DE L'ACAD., 2me série, t. VI, p. 412).

sur un héliçoïde gauche à plan directeur, et qui en comprendrait dans son intérieur une portion finie; or la lame forcée, d'une part, d'adhérer à tout ce contour, et, d'autre part, de se façonner en surface à courbure moyenne nulle, doit nécessairement prendre la figure qui satisfait à ces deux conditions, c'est-à-dire celle de l'héliçoïde dont il s'agit.

Cette expérience est, on le voit, une nouvelle application du principe général du § 44 de la 7me série.

Ici comme pour les systèmes laminaires qui se forment dans les charpentes polyédriques, on peut, si l'on se contente d'une figure très-peu durable qu'on reproduira autant de fois qu'on voudra, substituer au liquide glycérique une simple solution de savon (5me série, § 19).

§ 37. M. Lamarle, considérant d'une manière générale les héliçoïdes engendrés par une courbe plane qui se meut uniformément le long d'une droite fixe située dans son plan, tandis qu'elle tourne, d'un mouvement uniforme aussi, autour de cette même droite, a cherché [1] quels étaient ceux qui pouvaient satisfaire à la condition d'une courbure moyenne constante, et il a trouvé ainsi, outre l'héliçoïde gauche à plan directeur, quatre autres surfaces. Ces cinq héliçoïdes correspondent respectivement à cinq des figures d'équilibre de révolution, savoir au plan, à la sphère, à l'onduloïde, au caténoïde et au nodoïde. Quant à celui qui correspond au cylindre, c'est le cylindre lui-même.

L'équation différentielle des courbes génératrices de ces héliçoïdes s'intègre par les moyens ordinaires dans les cas correspondants au plan et au caténoïde; dans ce dernier, elle donne une surface déjà connue et dont nous reparlerons. Dans les autres cas, l'équation s'intègre par les fonctions elliptiques.

Chacune des lignes méridiennes des figures d'équilibre de révolution, à l'exception de celles du plan et du cylindre, passe à la courbe génératrice de l'héliçoïde correspondant, en s'étendant simplement dans la direction de l'axe suivant une certaine loi, et en conservant les distances de ses différents points à cet axe. D'après ce résultat, la demi-circonférence qui constitue la

[1] *Sur une classe particulière de surfaces à aire minima* (BULL. DE L'ACAD., 1859, 2me série, t. VI, p. 329).

ligne méridienne de la sphère devient une courbe plus allongée dont le sommet est distant de l'axe d'une quantité égale au rayon de la demi-circonférence en question; la ligne méridienne de l'onduloïde se change en une autre courbe ondulée, qui s'approche et s'éloigne autant de l'axe, mais dont les ondulations sont plus longues; etc. La ligne méridienne du plan, étant une droite perpendiculaire à l'axe, ne peut subir de modifications dans le sens de celui-ci, elle reste telle qu'elle est, et engendre l'héliçoïde gauche à plan directeur; enfin la ligne méridienne du cylindre ne peut non plus se modifier, et elle engendre, comme héliçoïde, ce même cylindre.

Ajoutons que la solution de M. Lamarle comprend nécessairement les figures de révolution, celles-ci étant ce que deviennent les héliçoïdes dont il s'agit quand la vitesse de translation de la courbe génératrice est nulle.

§ 38. La courbe génératrice de l'héliçoïde dérivé de la sphère, courbe pour laquelle M. Lamarle a trouvé une construction assez simple, aboutit à l'axe sous des angles aigus; il faut donc, pour la continuité, la concevoir se prolongeant de l'autre côté de l'axe par des arcs symétriques au précédent, puis repassant du premier côté, et ainsi de suite, en formant une ligne ondulée indéfinie, symétriquement coupée par l'axe dans toute son étendue. Dans un cas particulier calculé par M. Lamarle, où chacun de ces arcs, pendant qu'il glisse d'une quantité égale à la longueur de sa corde, effectue à fort peu près $\frac{7}{9}$ de révolution, la courbe est celle que représente la fig. 4. Si l'on coupe par un plan perpendiculaire à l'axe l'héliçoïde engendré, la section a la forme représentée fig. 5; *a* est le point par où passe l'axe.

J'ai réalisé partiellement ce même héliçoïde, en ne prenant que la figure engendrée par un seul des arcs de la courbe de la fig. 4. Alors la section transversale n'est que la moitié de la courbe de la fig. 5, savoir la courbe *abcdfa*. J'ai fait façonner, en fil de fer, trois courbes égales de cette dernière forme, plus deux plaques de fer ayant encore la même ligne pour contour et destinées à servir de bases à la figure liquide. Ces pièces avaient des dimensions environ doubles de celles de la fig. 5; elles ont été fixées transversalement, chacune par son point *a*, et dans des azimuts différant successivement l'un de l'autre de 90°, en cinq points équidistants d'un fil de fer droit vertical; celui-ci était entouré de fil de coton, et porté sur un petit

pied. Chacun des intervalles entre ces mêmes pièces était, en conséquence du calcul de M. Lamarle, les 0,324 de la corde de l'un des arcs de la courbe génératrice (fig. 4). Ce système ayant été placé dans le mélange alcoolique, on a fait adhérer à l'ensemble des cinq courbes, en employant des précautions convenables, une masse d'huile en excès; puis on a enlevé graduellement de ce dernier liquide, jusqu'à cé que la surface de la figure passât exactement et d'une manière continue par les contours des cinq courbes. Ce point atteint, la figure liquide réalisait parfaitement une spire complète de l'héliçoïde qu'il s'agissait d'obtenir. Je n'ai point figuré le résultat dans la planche, à cause de la difficulté de le bien représenter par la gravure; mais on s'en fera aisément une idée.

Les parties *ba* et *fa* (fig. 5) de la courbe forment, en *a*, un angle rentrant, et, par une raison que l'on s'explique sans peine, il est impossible, avec un système solide composé de fils de fer nus, de réaliser une figure d'huile présentant un angle de cette espèce : toujours l'huile passe au delà de l'arête, et vient remplir en plus ou moins grande quantité l'ouverture de l'angle; c'est pour écarter cet inconvénient que l'on entoure de fil de coton le fil de fer droit qui sert d'axe à l'héliçoïde; l'huile ne peut franchir l'obstacle que lui oppose le coton imbibé de liquide alcoolique, et l'angle rentrant se maintient.

§ 39. Dans un mémoire publié en 1853 [1], M. Jellett a démontré que, parmi toutes les surfaces fermées telles qu'une droite issue d'un point de l'espace qu'elles emprisonnent ne les perce qu'en un point unique, la sphère est la seule dont la courbure moyenne soit constante.

Il suit d'ailleurs du principe de M. Delaunay complété par la démonstration géométrique de M. Lamarle (§§ 21 et 22), ainsi que des résultats de Beer (§ 24), et du contenu des §§ 2 et 38 de ma 4me série, que si la surface fermée à courbure moyenne constante est de révolution, elle ne peut constituer qu'une sphère.

Maintenant, une masse liquide finie, sans pesanteur, et entièrement libre, doit évidemment présenter une surface fermée; si donc une semblable masse

[1] *Sur la surface dont la courbure moyenne est constante* (Journ. de M. Liouville, t. XVIII, p. 163).

peut affecter des figures d'équilibre différentes de la sphère, ces figures ne sont pas de révolution, et sont telles qu'une droite issue de leur intérieur peut les percer en plus d'un point.

L'existence de ces figures est rendue bien peu probable par le fait qu'une masse d'huile entièrement libre au sein du liquide alcoolique, et une bulle de savon isolée dans l'air, prennent invariablement la forme sphérique; cependant, que l'on y fasse attention, ce fait ne suffit pas pour établir d'une manière absolue l'impossibilité des figures dont il s'agit : car il se pourrait qu'elles fussent instables dans leur état complet, ou bien que, satisfaisant aux conditions mathématiques de la stabilité, elles présentassent des portions de surface qui se coupent, comme cela a lieu, par exemple, à l'égard du nodoïde (4[me] série, § 29); dans ces cas évidemment elles échapperaient à la réalisation expérimentale avec une masse liquide libre de toute adhérence ou avec une lame liquide également libre.

Ajoutons que ces mêmes figures ne doivent point être cherchées parmi les surfaces à courbure moyenne nulle. En effet, une figure fermée est nécessairement telle qu'on peut concevoir un plan qui lui soit entièrement extérieur et ne fasse que la toucher; or il est visible qu'au point de contact ou en tous les points de la ligne de contact, aucun des rayons de courbure de la surface ne peut être dirigé de l'autre côté du plan : car cela supposerait, au point auquel appartiendrait un semblable rayon, une courbure concave vers l'extérieur, et dès lors une portion de la figure serait aussi de l'autre côté du plan; la figure supposée a donc nécessairement des points où tous les rayons de courbure sont dirigés vers son intérieur, et conséquemment ne peut satisfaire à la condition qu'en chacun de ses points les deux rayons de courbure principaux soient de signes contraires.

§ 40. Occupons-nous actuellement des recherches qui ont eu pour objet l'intégration générale de l'équation des surfaces à courbure moyenne nulle et les résultats qu'on pouvait en déduire.

Monge a intégré le premier d'une manière générale [1] l'équation dont il s'agit, c'est-à-dire l'équation $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = o$ mise sous la forme différentielle,

[1] *Sur le calcul intégral des équations aux différences partielles* (Mém. de l'Acad. des sciences de Paris, 1784, p. 118).

et Legendre a obtenu ensuite [1] la même intégrale; mais cette intégrale est d'une forme compliquée, qui en rend l'usage très-difficile.

Cependant M. Scherk, qui s'était déjà occupé de la question dans un premier mémoire [2] publié vers 1831, l'a reprise en 1835 dans un second travail [3], et, partie au moyen d'une méthode spéciale, partie en traitant l'intégrale de Monge, il parvient à trouver, en coordonnées finies, outre les équations de l'héliçoïde gauche à plan directeur et du caténoïde, déjà connus par les recherches de Meusnier [4], celles de cinq autres surfaces; voici ces équations :

$$e^{Dz} = \frac{\cos Dy}{\cos Dx};$$

$$z = bl\,\frac{\sqrt{\rho^2 + a^2} + \sqrt{\rho^2 - b^2}}{a} - a \operatorname{arc}\left[tg = \frac{b}{a}\sqrt{\frac{\rho^2 + a^2}{\rho^2 - b^2}}\right] + a\theta + c,$$

où

$$x = \rho \cos \theta, \text{ et } y = \rho \sin \theta;$$

$$\frac{1}{2}e^{2z - \frac{y}{x}\sqrt{2\rho + 2t} + x\sqrt{2\rho - 2t}} + \frac{1}{2}e^{-2z + \frac{y}{x}\sqrt{2\rho + 2t} - x\sqrt{2\rho - 2t}} = \rho + \frac{y^2}{x^2} + \frac{x^2}{4},$$

où

$$t = 1 + \frac{y^2}{x^2} - \frac{x^2}{4} = \rho \cos \theta, \text{ et } y = \rho \sin \theta;$$

$$\frac{1}{2}e^{z + \sqrt{\frac{1}{2}\rho + \frac{1}{2}t}\,\operatorname{cos\acute{e}c}\frac{1}{2}x} + \frac{1}{2}e^{-z - \sqrt{\frac{1}{2}\rho + \frac{1}{2}t}\,\operatorname{cos\acute{e}c}\frac{1}{2}x} = \frac{4\sin^2\frac{1}{2}x + \rho}{y^2},$$

où

$$t = 4\sin^2\frac{1}{2}x + y^2\cos x = \rho\cos\theta, \text{ et } y^2 \sin x = \rho \sin \theta;$$

$$\sin Dz = \pm\frac{e^{Dx} - e^{-Dx}}{2} \cdot \frac{e^{Dy} - e^{-Dy}}{2}.$$

Ajoutons que l'auteur parvient à déduire de la première de ces équations, cette autre plus générale :

$$e^{Bz\sin(\beta - \alpha)} = A\,\frac{\cos B\,[x\cos\alpha + y\sin\alpha + a]}{\cos B\,[x\cos\beta + y\sin\beta + b]}.$$

[1] *Sur l'intégration de quelques équations aux différences partielles* (Ibid., 1787, p. 309).

[2] *De proprietatibus superficiei quæ hac continetur æquatione* $(1+q^2)r - 2pqs + (1+p^2)t = 0$ *disquisitiones analyticæ* (ACTA SOCIET. JABLONOVIANÆ, vol. IV, p. 204, Leipzig).

[3] *Bemerkungen ueber die kleinste Fläche innerhalb gegebener Grenzen* (JOURNAL DE CRELLE, t. XIII, p. 185).

[4] Voir la première note du § 34.

Il annonce que, dans un mémoire ultérieur, il soumettra à une recherche particulière la première des équations ci-dessus, dans ses rapports avec la dernière; j'ignore si ce mémoire a été publié; je n'ai pu le trouver.

Les surfaces représentées par les équations de M. Scherk étant à courbure moyenne nulle, elles pourront toutes être réalisées à l'état laminaire au moyen de mes procédés, en appliquant le principe général du § 44 de la 7me série; nous en verrons plus loin des exemples remarquables.

§ 41. M. Ossian Bonnet, en employant un système de coordonnées auxiliaires, est parvenu en 1853 à une autre intégrale générale [1], qui ne présente pas l'inconvénient de celle de Monge. Les formules de M. Ossian Bonnet renferment deux fonctions arbitraires, et l'on pourra, sans doute, déduire de ces formules, en coordonnées ordinaires et sous forme finie, les équations d'un grand nombre de nouvelles surfaces.

M. Bonnet signale, comme exemple des résultats qu'on tire de son intégrale, une surface qui, pour certaines valeurs des constantes, se réduit, d'une part, à l'héliçoïde gauche, et, d'autre part, au caténoïde; cette surface était déjà connue; c'est celle qui est représentée par la seconde des équations de M. Scherk; c'est aussi celui des héliçoïdes de M. Lamarle (§ 37) qui correspond au caténoïde; nous retrouverons de nouveau cette même surface plus loin.

En 1855, M. Bonnet a, en outre, appliqué sa méthode à la recherche des surfaces à courbure moyenne nulle astreintes à passer par une courbe continue donnée [2]. A la fin de l'article, il annonce que, dans une publication ultérieure, il résoudra la question dans le cas d'un contour discontinu.

§ 41bis. La même année, M. Serret a indiqué [3] une transformation de l'intégrale de Monge, qui permet de représenter toutes les surfaces à courbure moyenne nulle passant par des droites données non situées dans le même plan.

[1] *Note sur la théorie générale des surfaces* (Comptes rendus, t. XXXVII, p. 529).

[2] *Sur la détermination des fonctions arbitraires qui entrent dans l'équation intégrale des surfaces à aire minima* (Ibid., t. XL, p. 1107).

[3] *Sur la moindre surface comprise entre des lignes droites données, non situées dans le même plan* (Ibid., p. 1078).



§ 42. M. Catalan a publié, en 1855 encore [1], deux notes dans lesquelles il arrive à des surfaces particulières satisfaisant aussi à l'équation $\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}=o$.

La première de ces surfaces coïncide avec la première de celles de M. Scherk; mais M. Catalan en détermine la forme, qu'il décrit de la manière suivante :

La surface dont il s'agit coupe le plan des xy suivant des droites qui font des angles de 45° avec les axes des x et des y, et qui partagent tout le plan en carrés égaux; deux de ces droites se coupent à l'origine des coordonnées. La surface admet, en outre, un système de droites perpendiculaires à ce même plan, et qui divisent en deux parties égales les côtés des carrés ci-dessus. Elle est composée d'une infinité de nappes identiques dont chacune est comprise tout entière entre quatre plans asymptotiques formant un canal à section carrée de longueur indéfinie; les arêtes de tous ces canaux sont les droites du dernier système. On peut se représenter la section de l'ensemble de ces mêmes canaux par le plan des xy comme un échiquier indéfini, dans lequel les cases noires répondraient aux canaux renfermant les nappes de la surface, et les cases blanches à des espaces vides; les cases noires contiendraient à leurs centres les sommets des premiers carrés dont il a été question plus haut. Toutes les nappes étant identiques, il suffit d'en considérer une, et nous prendrons celle qui entoure l'axe des z. Elle est coupée par le plan des xz suivant une courbe située tout entière au-dessus de l'axe des x, qui touche cet axe à l'origine, qui a pour axe de symétrie l'axe des z, et qui présente deux branches infinies ayant pour asymptotes les sections du canal rectangulaire par le plan des xz. La même nappe est coupée par le plan des yz suivant une courbe identique à la précédente, mais renversée, et située tout entière au-dessous de l'axe des y, qu'elle touche aussi à l'origine. Si l'on imagine que la première de ces courbes glisse sur la seconde en demeurant parallèle à elle-même, elle engendrera la nappe dont il s'agit. On se fera donc aisément une idée de celle-ci, et comme il est clair que toutes les nappes se relient entre elles par les droites du dernier système ci-dessus,

[1] *Sur une surface dont les rayons de courbure, en chaque point, sont égaux et de signes contraires* (Comptes rendus, t. XLI, p. 35), et *Sur deux surfaces qui ont, en chaque point, leurs rayons de courbure égaux et de signes contraires* (Ibid., p. 274).

on pourra se figurer l'ensemble de la surface. On voit que chacune des nappes prise isolément a une grande analogie avec le paraboloïde hyperbolique.

La seconde des surfaces de M. Catalan est donnée par un système de quatre équations, entre lesquelles il faudrait éliminer trois quantités; mais cette élimination, si tant est qu'elle soit possible, serait certainement fort difficile. L'équation de la troisième surface coïncide encore avec la deuxième de celles de M. Scherk.

Enfin M. Catalan a présenté, dans la même année, à l'Académie des sciences, un mémoire [1] dans lequel il parvient, d'une autre manière que M. Ossian Bonnet, à l'intégrale générale sous forme réelle de l'équation $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = o$. Des solutions qu'il tire de ses calculs, l'une se réduit, par une transformation convenable, à la dernière des équations de M. Scherk; trois autres sont données par des systèmes d'équations entre lesquelles il faudrait effectuer des éliminations difficiles, mais, pour l'une de ces dernières, M. Catalan parvient, sans faire l'élimination, à la génération de la surface, génération que voici :

Concevez une circonférence de cercle roulant sur une ligne droite et dont un point S décrit ainsi une cycloïde; concevez, en outre, la cycloïde enveloppe du rayon mobile passant par le point S, et soit P le point de contact; imaginez enfin, dans un plan perpendiculaire à celui de ces cycloïdes, une parabole dont la directrice soit projetée en P, et qui ait S pour sommet; cette dernière courbe, variable de grandeur, engendrera la surface.

§ 43. J'ai réalisé, par le procédé des lames, une portion de l'une des nappes de la première de ces surfaces, savoir de celle qui coïncide avec la première de M. Scherk. J'ai choisi une portion terminée à égale distance au-dessus et au-dessous du plan des xy. On comprend, par la description de la surface, qu'il suffira de former la charpente solide de quatre fils de fer droits égaux en longueur, disposés comme les quatre arêtes latérales d'un prisme droit à base carrée, et dont les extrémités soient réunies d'une manière convenable par des fils de fer transversaux arqués suivant des courbes

[1] *Sur les surfaces dont les rayons de courbure, en chaque point, sont égaux et de signes contraires* (Comptes rendus, t. XLI, p. 1019).

déduites de l'équation de la surface. Pour nous exprimer plus nettement, supposons la charpente placée de façon que les quatre fils de fer droits soient verticaux, et que, par rapport à l'observateur, deux de ces fils soient en avant des deux autres; il faudra qu'à la partie inférieure du système, un fil transversal réunisse les extrémités des deux fils verticaux antérieurs et un autre les extrémités des deux fils verticaux postérieurs, et qu'à la partie supérieure, un fil transversal réunisse l'extrémité du fil vertical antérieur de droite à celle du fil vertical postérieur de droite, tandis qu'un autre réunit de même l'extrémité du fil vertical antérieur de gauche à celle du fil vertical postérieur de gauche. Les milieux des fils transversaux supérieurs seront d'ailleurs réunis par une fourche, afin qu'on puisse tenir la charpente pour la plonger dans le liquide.

La courbure des fils transversaux varie nécessairement avec le rapport entre la hauteur et la largeur de la charpente. J'ai pris d'abord la hauteur égale à la largeur; en d'autres termes, j'ai considéré la portion de la nappe qui s'étend au-dessus et au-dessous du plan des xy d'une quantité égale à la demi-largeur de cette nappe. M. Catalan met l'équation de la surface sous la forme :

$$z = l\,\frac{\cos y}{\cos x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [1]$$

Si, pour plus de simplicité, on considère en particulier la nappe qui entoure l'axe des z, on verra sans peine que, dans l'équation ci-dessus, la demi-largeur de cette nappe est représentée par $\frac{\pi}{2}$; il faudra donc, pour avoir l'équation des courbes qui doivent terminer supérieurement et inférieurement la charpente solide, faire $z = \pm\frac{\pi}{2}$, d'où l'on déduira

$$\cos y = e^{\pm\frac{\pi}{2}} . \cos x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [2]$$

J'ai supposé à la charpente solide une largeur et une hauteur de 9 centimètres; les courbes ont été dessinées en conséquence d'après l'équation [2], et j'ai fait construire la charpente; elle est représentée en perspective par la fig. 6. Quand on la retire du liquide glycérique, la lame qu'elle contient offre aux yeux la réalisation parfaite de la portion cherchée de la surface.

La fig. 7 montre, en projection verticale suivant deux directions rectangulaires, le résultat ainsi obtenu.

Ici, comme dans le cas de l'héliçoïde gauche à plan directeur (§ 36), la charpente en fil de fer constitue un contour fermé qu'on peut se figurer entièrement tracé sur la surface dont nous nous occupons, et la lame, qui doit passer par tout ce contour et avoir une courbure moyenne nulle, est obligée de se façonner suivant la surface qui remplit cette double condition; c'est donc là encore une application de mon principe général (7me série, § 44).

On peut se demander si la surface se réaliserait de même pour un rapport beaucoup plus grand entre la hauteur et la largeur de la charpente solide; cette réalisation suppose, en effet, que la nappe, prise ainsi sur une partie plus considérable de son étendue, ne devient point instable. Afin d'essayer la chose, j'ai fait construire une seconde charpente ayant 10 centimètres de hauteur et 2,5 de largeur, c'est-à-dire une hauteur quadruple de la largeur. En cherchant l'équation des portions courbes qui conviennent à ce rapport, ce qui s'obtient en faisant, dans l'équation [1], $z = 2\pi$, j'avais trouvé que ces courbes se réduisaient sensiblement à des lignes droites, de sorte que la nouvelle charpente ne se compose que de parties rectilignes. Or la lame qui s'y est formée n'a point réalisé la surface décrite par M. Catalan : elle a pris une figure consistant encore en deux parties creuses disposées à angle droit l'une par rapport à l'autre; mais leur sommet commun, au lieu d'être au milieu du système, se trouvait environ quatre fois plus éloigné de l'une des extrémités que de l'autre; en outre, en répétant l'expérience plusieurs fois, on a vu ce sommet commun se placer tantôt vers l'extrémité supérieure, tantôt vers l'extrémité inférieure. J'ai dû conclure nécessairement de là que la nappe de la surface décrite par M. Catalan a une limite de stabilité, et que j'avais dépassé cette limite.

L'expérience que je viens de décrire nous offre donc un exemple du cas où la seconde condition énoncée dans le principe général du § 44 de la 7me série n'est pas satisfaite.

Je me suis dit alors qu'on donnerait probablement de la stabilité à la figure cherchée en profitant de la propriété consistant en ce que la nappe contient, comme on l'a vu, deux droites dirigées suivant les diagonales de

la section du canal rectangulaire par le plan des *xy;* j'ai pensé qu'en rendant solide l'une de ces diagonales, on obligerait le sommet commun des deux parties creuses à demeurer au centre du système. J'ai donc fait adapter, au milieu de la hauteur de la nouvelle charpente, un fil de fer très-mince qui traverse celle-ci, comme on le voit dans la fig. 8, et, en effet, par ce moyen, la surface de MM. Scherk et Catalan s'est parfaitement réalisée dans la charpente en question.

§ 44. M. Van der Mensbrugghe, appliquant, de son côté, mon principe général, a réalisé [1], en 1866, la dernière des surfaces de M. Scherk (§ 40). La discussion de l'équation lui a montré que la charpente la plus simple à employer devait se composer de deux rectangles égaux ayant leurs grands côtés quadruples des petits, et se coupant à angles droits par les milieux de ces grands côtés. A la rigueur, les petits côtés devraient être courbes; mais, avec le rapport ci-dessus, leur courbure serait si faible, qu'on peut les laisser droits sans qu'il en résulte de différence appréciable entre la surface laminaire produite et la surface théorique; cela tient à ce que les plans des rectangles sont asymptotiques de cette dernière.

La charpente ainsi construite ne représente pas un seul contour fermé, comme le voudrait mon principe, mais bien l'ensemble de deux de ces contours; et ceux-ci ne sont pas les deux rectangles eux-mêmes, car on s'assure aisément, par la discussion, qu'aucun de ces derniers ne satisfait à la condition, exigée par mon principe, de circonscrire une portion finie de la surface. Si l'on considère isolément la partie de la charpente composée d'une moitié de l'un des rectangles et d'une moitié de l'autre, on aura le premier des deux contours fermés réels, et la partie opposée sera le second; et, en effet, quand on retire la charpente du liquide glycérique, c'est dans ces deux parties opposées que se trouve logée la figure laminaire.

Ces mêmes parties comprennent, on le voit, deux des quatre angles dièdres droits formés par les rectangles, et il est clair qu'il n'y a pas plus de raison pour que la figure laminaire se développe dans ces deux angles que dans les deux autres; aussi, quand la charpente est bien construite, et qu'on

[1] *Discussion et réalisation expérimentale d'une surface particulière à courbure moyenne nulle* (BULLET. DE L'ACAD., 2me série, t. XXI, p. 552).

répète plusieurs fois l'expérience, c'est tantôt l'un des couples d'angles opposés, tantôt l'autre, qui se trouve occupé.

La charpente s'écartant de mon principe en ce qu'elle présente deux contours fermés au lieu d'un seul, le système laminaire réalisé contient une lame supplémentaire ; celle-ci est plane, elle a la forme d'un ovale dont les sommets sont aux deux points d'intersection des rectangles, et dont le plan est bissecteur des deux angles dièdres qui renferment toute la figure ; la charpente est en effet, sauf le rapport des côtés des rectangles, la même que celle décrite au § 21 de ma 6me série, et le résultat est du même ordre. Pour obtenir celui que l'on cherche, c'est-à-dire une portion de la surface de M. Scherk, il suffit de crever la lame supplémentaire dont je viens de parler ; la figure laminaire offre alors en son milieu un espace vide, et c'est aussi ce qu'on déduit de l'équation.

On pourrait façonner séparément un seul des deux contours fermés, de sorte qu'on se trouverait rigoureusement dans les conditions de mon principe ; alors il ne se formerait qu'une lame unique, et celle-ci représenterait exactement la moitié de la figure que fournit la charpente entière après la rupture de la lame additionnelle ; si M. Van der Mensbrugghe a réuni les deux contours fermés, c'est afin de réaliser une portion plus complète de la surface. Il s'est assuré d'ailleurs, par des mesures au cathétomètre, que la lame produite coïncidait, sans erreur appréciable, avec la surface théorique.

Enfin il a poursuivi, au moyen de l'équation, la surface au delà des grands côtés des rectangles, et il a fait voir comment on pouvait étendre la réalisation hors des mêmes limites, à l'aide d'une charpente convenable munie de fils supplémentaires, sans lesquels la figure ainsi agrandie serait instable ; le résultat est fort curieux, mais sa description exigerait trop de place.

§ 45. Je rappellerai ici deux autres notes [1] de M. Van der Mensbrugghe, publiées en 1866 et 1867, notes que j'ai résumées dans le § 13 de ma 8me série, et où il s'agit de la recherche mathématique des lois relatives à la forme que prend, dans certaines circonstances, un fil flexible sous l'action de la tension

[1] *Sur la tension des lames liquides* (Bull. de l'Acad., 2me série, t. XXII, p. 308, et t. XXIII, p. 448).

d'une lame liquide. Je rappellerai aussi les remarques de M. Lamarle [1] sur la première de ces deux notes.

Je rappellerai enfin que, dans le 5me, le 6me et le 7me de ses mémoires *Sur la théorie mécanique de la chaleur* [2], publiés de 1865 à 1868, M. Dupré a fait usage de méthodes qui lui sont propres, et qui reposent sur la considération du travail moléculaire, pour résoudre une suite de questions en rapport avec mon sujet; j'ai donné un aperçu des résultats dans le § 12 de ma 8me série.

§ 46. M. Mathet a fait connaître [3], en 1863, une méthode au moyen de laquelle on peut former l'équation différentielle de toutes les surfaces à courbure moyenne nulle qui passent par une courbe plane donnée.

§ 47. C'est ici le lieu de décrire deux vérifications expérimentales qui me paraissent dignes d'intérêt.

On doit conclure des recherches de M. Bonnet (§ 41) que, par un contour quelconque, peuvent passer une infinité de surfaces à courbure moyenne nulle. D'après cela, si l'on construit en fil de fer légèrement oxydé un contour fermé non plan et de telle forme qu'on voudra, qu'on le plonge dans le liquide glycérique et qu'on l'en retire, l'une de ces surfaces pourra toujours s'y réaliser à l'état laminaire, et conséquemment on devra le trouver occupé par une lame unique qui le remplit entièrement.

Or c'est ce que l'expérience confirme : j'ai fait façonner en fil de fer les contours fermés les plus divers et les plus bizarres, et, à leur émersion du liquide glycérique, chacun d'eux s'est toujours montré, soit immédiatement, soit après une petite manœuvre dont je vais parler, rempli en totalité par une seule lame.

Quand le contour fermé a une certaine complication, la lame qui s'y développe est souvent accompagnée de lamelles additionnelles; mais il suffit alors de crever celles-ci, ce qui se fait aisément avec une pointe de papier à filtre, pour ne plus avoir qu'une lame unique.

Quelquefois aussi une portion de la lame prend, pendant que le système

[1] Bull. de l'Acad., t. XXII, p. 272.

[2] *Ann. de chim. et de phys. de Paris*, 4me série, t. VI, VII, IX, XI et XIV.

[3] *Étude sur un certain mode de génération des surfaces d'étendue minimum* (Journal de M. Liouville, 2me série, t. VIII, p. 323).

sort du liquide, une mauvaise direction, et va s'attacher, au moyen d'une arête liquide, à une autre portion de cette même lame; dans ce cas, on ne peut crever, mais, en variant la position du contour solide pendant qu'on le retire, on finit par éviter l'inconvénient dont il s'agit.

Cependant il n'est pas impossible qu'avec certains contours la lame unique doive, dans ses circonvolutions, se couper elle-même; dans ce cas, l'expérience ne peut la réaliser, car à l'arête d'intersection devraient aboutir quatre portions de cette lame, ce qui est contraire à l'une des lois que j'ai trouvées (5me série, § 19); les choses se disposeront donc alors de manière à satisfaire à cette loi, et la forme de l'ensemble laminaire ne sera plus la forme théorique.

A part cette circonstance tout exceptionnelle, on réussit constamment à réaliser une lame unique attachée à la totalité du contour solide, et l'on produit ainsi, par un moyen fort simple, des surfaces très-belles et très-variées.

Pour donner une idée de la singularité et de la complication des contours fermés que j'ai soumis à l'expérience, j'en décrirai ici deux en peu de mots: le premier consiste en un nœud semblable à celui qu'on ferait au milieu d'un cordon sans le serrer, de manière que ses différentes parties soient notablement distantes les unes des autres, et en rejoignant les deux extrémités libres. Quant au second, le fil de fer, d'abord droit et vertical, se recourbe ensuite en formant un peu plus de deux spires d'une hélice dont l'axe est parallèle à la portion droite, puis se contourne en une autre hélice également de deux spires, dont l'axe est horizontal, et qui enveloppe la première à une distance suffisante; il s'arrondit alors en une troisième hélice de deux spires aussi, à axe vertical entourant le système des deux autres avec un intervalle convenable; enfin il va s'attacher en un point du fil droit, et ferme ainsi le contour. C'est avec ce dernier contour que la réussite a été le plus difficile : il se formait des lamelles dont la disposition était telle qu'on ne pouvait les crever sans faire éclater le tout, et ce n'est qu'en variant la manière dont on retirait le contour du liquide, qu'on est arrivé au résultat cherché.

§ 48. En second lieu, bien que, avec un contour donné, la surface laminaire qu'on réalise ainsi se montre toujours la même dans les essais successifs convenablement effectués, l'expérience permet encore de constater qu'il y a

une infinité d'autres surfaces à courbure moyenne nulle qui peuvent s'appuyer sur le même contour. Si, après avoir réalisé une lame dans un contour fermé non plan et choisi arbitrairement, on fait adhérer à cette lame un anneau en fil de fer muni d'une fourche par laquelle on le tient, et préalablement mouillé de liquide glycérique, puis qu'on tire cet anneau dans une direction perpendiculaire à son plan, comme si on voulait l'écarter de la lame, celle-ci ne s'en détache pas, de sorte qu'elle s'étend alors entre le contour primitif et ce même anneau; seulement, si l'on éloigne trop ce dernier, l'équilibre se détruit, la portion de la lame qui aboutit à l'anneau s'étrangle rapidement, il y a séparation, et la lame se rétablit dans son état antérieur, tandis qu'une lame plane va occuper l'anneau; mais, en-deçà de cette limite d'écartement, la figure est parfaitement stable.

Or, dans cette dernière condition, comme la lame continue à s'appuyer sur le contour primitif et que sa forme est modifiée, elle représente une nouvelle surface à courbure moyenne nulle passant par ce même contour. On peut employer simultanément deux anneaux qu'on fait adhérer à deux portions différentes de la lame et qu'on écarte en même temps, la lame s'étend vers l'un et vers l'autre à la fois; on peut, en outre, substituer aux anneaux circulaires des anneaux de tout autres formes, et toujours l'expérience réussit. On produit de cette manière autant de surfaces différentes qu'on le veut, et qui toutes passent par le premier contour.

Si l'on conçoit, par la pensée, l'une de ces nouvelles surfaces prolongée au delà de l'un des anneaux, on se convaincra, avec un peu de réflexion, que puisque ses deux rayons de courbure principaux doivent être partout égaux et de signes contraires, le prolongement dont il s'agit ne peut se fermer, et doit conséquemment s'étendre à l'infini. Il résulte de là qu'aucune de ces surfaces ne saurait remplir le contour primitif par une portion finie.

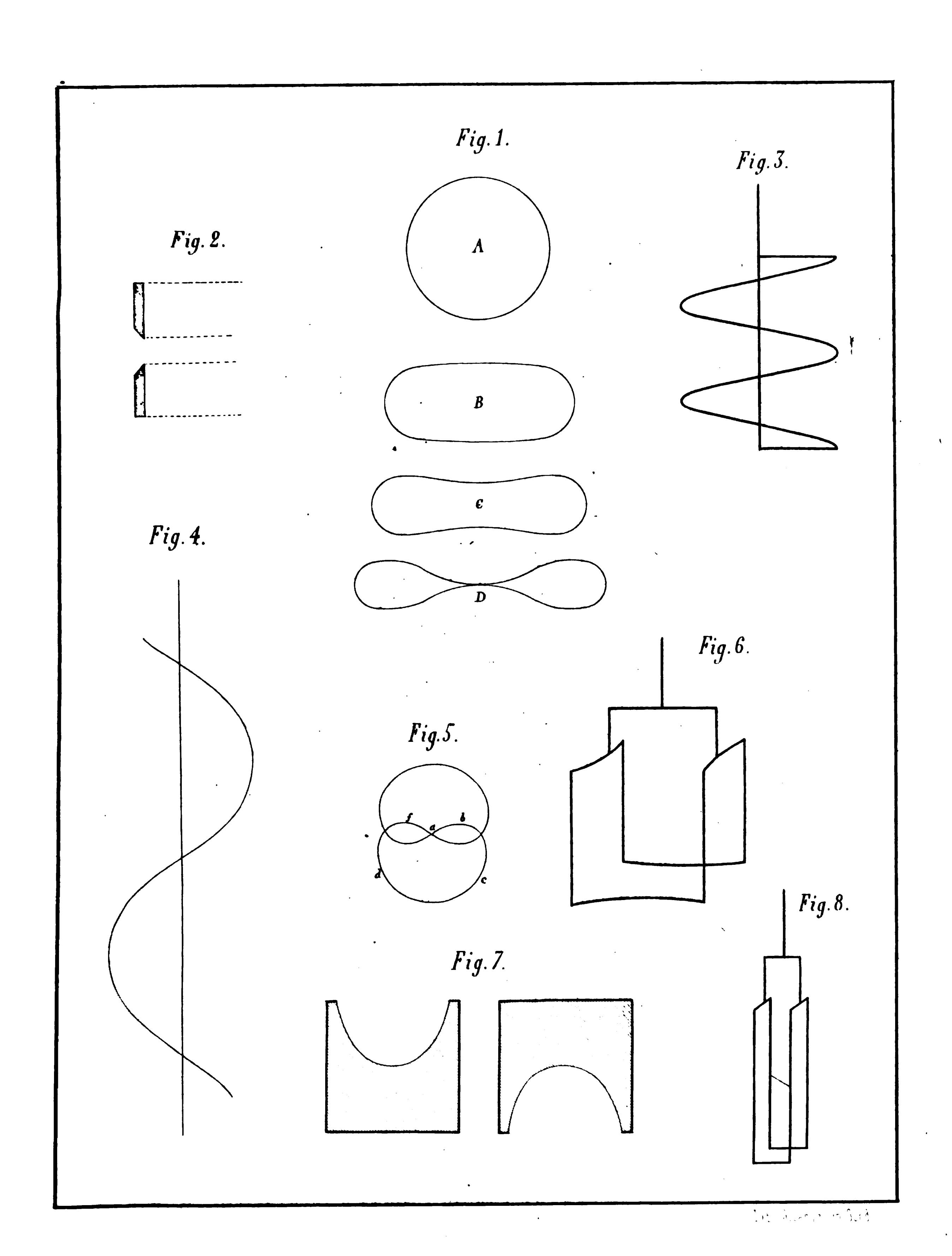
Mais les résultats du paragraphe précédent permettent d'énoncer ce nouveau principe : Un contour fermé absolument quelconque, plan ou non plan, étant donné, parmi toutes les surfaces à courbure moyenne nulle qui peuvent s'appuyer sur sa totalité, il y en a toujours au moins une dont une portion finie peut le remplir entièrement.

§ 49. Tel est, à ma connaissance, l'ensemble des résultats mathémati-

ques appliqués ou applicables au sujet de mes recherches; toutes mes expériences sont, on l'a vu, en accord complet avec ces résultats, et mes procédés permettent d'effectuer autant de nouvelles vérifications qu'on le voudra.

J'aurais encore à parler de la première partie du mémoire de M. Lamarle *Sur la stabilité des systèmes liquides en lames minces*, mémoire dont j'ai analysé la deuxième partie dans mon historique des lames liquides (9me série); mais je réserve ce sujet pour la série suivante, qui traitera spécialement des questions de stabilité.

J'ai passé sous silence plusieurs notes ou mémoires remarquables de MM. Bonnet, Roberts, etc., concernant les surfaces à courbure moyenne nulle, parce qu'ils n'ont qu'un intérêt purement mathématique et ne peuvent se rattacher à mon travail.


Fig. 1.
A
B
C
D
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
f
a
b
d
c
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.

RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR;

PAR

J. PLATEAU.

ONZIÈME ET DERNIÈRE SÉRIE [1].

LIMITES DE STABILITÉ DES FIGURES D'ÉQUILIBRE. — THÉORIE GÉNÉRALE DE LA STABILITÉ DE CES FIGURES. — STABILITÉ DES SYSTÈMES LAMINAIRES. — STABILITÉ DANS DES CAS OU LA PESANTEUR INTERVIENT. — TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES DES ONZE SÉRIES.

(*Présenté le 11 octobre 1868.*)

[1] Voir, pour les dix séries précédentes, les tomes XVI, XXIII, XXX, XXXI, XXXIII, XXXVI et XXXVII des *Mém. de l'Acad.*

RECHERCHES

EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

SUR

LES FIGURES D'ÉQUILIBRE

D'UNE

MASSE LIQUIDE SANS PESANTEUR.

LIMITES DE STABILITÉ DES FIGURES D'ÉQUILIBRE.

§ 1. Lorsqu'une sphère d'huile est librement suspendue dans le mélange alcoolique, elle manifeste toujours une parfaite stabilité de forme : si, par des mouvements imprimés au liquide ambiant, on altère cette forme, la masse la reprend toujours exactement. Une bulle de savon isolée dans l'air montre également une forme permanente et stable : si on la heurte de bas en haut avec une étoffe de laine tendue, et que le choc soit assez léger pour ne pas la faire crever, on la voit s'aplatir plus ou moins contre l'étoffe, puis rebondir à la manière d'une balle élastique, en reprenant sa sphéricité. Ainsi la sphère est une figure d'équilibre stable dans son état complet, et conséquemment, à plus forte raison, toute portion de sphère est stable.

La sphère n'a donc pas de limite de stabilité, dans le sens que j'ai donné à cette expression dans les séries précédentes : c'est-à-dire que, quelle que soit l'étendue d'une portion réalisée de sphère relativement à la sphère entière, cette portion est toujours à l'état d'équilibre stable; c'est ce qu'on voit

se vérifier fréquemment dans mes expériences, par exemple à l'égard d'une masse adhérente à un disque solide, à l'égard des bases d'un cylindre réalisé entre deux anneaux, etc.

Je citerai encore les petites surfaces qui terminent respectivement la colonne de mercure et la colonne d'alcool dans le thermomètre à maximum et à minimum de Rutherford. Ces surfaces étant très-petites, l'action de la pesanteur sur leur forme peut être regardée comme négligeable; aussi celle du mercure constitue-t-elle sensiblement une calotte sphérique convexe, et celle de l'alcool une demi-sphère concave. Or, ainsi que l'a fait remarquer M. Duprez [1], c'est la stabilité de cette dernière qui est la véritable cause du recul de l'index d'émail quand la température s'abaisse, et j'ajouterai que c'est également à la stabilité de la surface terminale du mercure qu'il faut attribuer l'action de celle-ci pour faire avancer l'index d'acier quand la température s'élève.

§ 2. Ce résultat étant indépendant du rayon et, par suite, de la courbure de la sphère, il est également vrai quand le rayon devient infini, ou, en d'autres termes, quand la surface de la sphère devient un plan. Le plan n'a donc pas non plus de limite de stabilité, ce qui signifie qu'il peut être réalisé dans un contour solide d'une étendue quelconque, sans cesser d'être stable.

§ 3. Mes premières expériences sur les cylindres liquides ont établi ce principe (2me série, §§ 44 à 46), qu'un semblable cylindre est instable lorsque le rapport de sa longueur à son diamètre excède une certaine valeur, et j'ai trouvé alors que cette valeur est comprise entre les nombres 3 et 3,6; je l'ai nommée *la limite de la stabilité du cylindre*. Je suis arrivé à ce résultat, on se le rappelle, au moyen de cylindres d'huile formés, au sein du mélange alcoolique, entre deux anneaux ou deux disques solides.

J'ai fait, depuis, servir aussi les cylindres de mercure formés dans l'air par le procédé du § 50 de la 2me série, à une approximation grossière de la limite dont il s'agit. Pour cela, on a placé, sur une plaque de verre horizontale, deux fils de cuivre d'environ un millimètre d'épaisseur et de quelques centimètres de longueur, dirigés dans le prolongement l'un de l'autre, mais

[1] *Note sur la cause qui s'oppose à l'introduction d'un liquide dans un vase à orifice étroit* (Bullet. de l'Acad., 2me série, t. XV, p. 11, 1863).

laissant entre leurs extrémités en regard, extrémités qui étaient amalgamées, un intervalle de 7 à 8 millimètres; puis on a déposé dans cet intervalle un globule de mercure dont le diamètre n'excédait pas 2 millimètres; on a rapproché ensuite les deux petites faces amalgamées jusqu'à ce qu'elles vinssent toucher le globule et que l'adhérence s'établît. Alors on a fait glisser l'un des fils dans le sens de sa longueur, afin d'étirer le globule liquide et d'essayer de le convertir en un cylindre. Quand le volume du globule était suffisamment petit, on obtenait ainsi, en effet, un cylindre qui conservait sa forme d'une manière permanente. Si, au contraire, le volume du mercure surpassait une certaine grandeur, la petite masse se séparait toujours en deux parties avant que la forme cylindrique fût atteinte. En modifiant le volume du globule, on a tâché d'arriver au plus grand écartement des faces amalgamées pour lequel la formation du cylindre était possible, et l'on a pu reconnaître qu'il était supérieur au triple, mais inférieur au quadruple du diamètre de ce cylindre.

Cette expérience présente quelque difficulté, parce que, pendant les tâtonnements qu'elle exige, le mercure dissout du cuivre et perd de sa fluidité [1]; cependant, avec un peu d'habitude, on parvient à opérer assez vite pour éviter cet inconvénient.

Je rapporterai bientôt de nouvelles expériences qui m'ont permis d'approcher bien davantage du résultat exact; mais auparavant je vais exposer ce que l'on obtient à l'égard de celui-ci en s'aidant de la théorie.

§ 4. Quelques mois après la publication de ma 2me série, M. Hagen a essayé [2] d'appliquer le calcul à cette question. Pour cela, supposant un cylindre liquide dont la forme est très-légèrement altérée de manière qu'il pré-

[1] Je pense que, dans ce cas et dans celui dont j'ai parlé à la fin du § 51 de la 2me série, cette diminution de fluidité n'a lieu d'une manière sensible qu'à la surface de la petite masse : le cuivre qui s'allie au mercure, se trouvant dans un état d'extrême division, se combine avec l'oxygène de l'air environnant, d'où résulte, à la surface du liquide, la formation graduelle d'une mince pellicule d'oxyde. Dès lors, la petite masse de mercure, comme les masses d'huile quand elles se recouvrent de la pellicule dont il a été question dans la troisième note du § 41 de la 2me série, doit perdre peu à peu de sa tendance à prendre une figure d'équilibre déterminée, et conséquemment paraître moins fluide.

[2] *Ueber die Auflösung flüssiger Cylinder in Tropfen* (Ann. de M. Poggendorff, année 1850, vol. LXXX, p. 559).



sente une suite de renflements et d'étranglements égaux et extrêmement peu prononcés, M. Hagen admet que les arcs méridiens de ces renflements et de ces étranglements peuvent, sans erreur sensible, être assimilés à des arcs de cercle. Il calcule, dans cette hypothèse, les pressions capillaires exercées aux sommets respectifs d'un arc convexe et d'un arc concave, et enfin il cherche la limite de la stabilité en partant de la considération que la différence des deux pressions ci-dessus doit être positive d'un côté de cette limite et négative de l'autre côté; il arrive ainsi à la valeur $2^{\frac{3}{2}}$, c'est-à-dire au nombre 2,8284.

§ 5. Dans un article [1] en réponse à cette note, j'ai fait voir que la méthode employée par M. Hagen, bien qu'ingénieuse, ne pouvait donner qu'une valeur plus ou moins éloignée de la véritable, parce que les arcs méridiens des renflements et des étranglements ne sont pas des arcs de cercle, et qu'en substituant à ces derniers des arcs de sinusoïde, évidemment plus rapprochés de ceux de la courbe réelle, on obtient un résultat notablement différent.

J'ai annoncé alors que j'étais parvenu, à l'aide d'une méthode rigoureuse, à la valeur exacte de la limite dont il s'agit, et que cette valeur exacte est la quantité π, c'est-à-dire le rapport de la circonférence au diamètre, ou 3,1416. Je vais maintenant faire connaître cette méthode; le principe sur lequel elle repose m'a été fourni par M. Lamarle.

§ 6. Supposons un cylindre d'huile horizontal réalisé entre deux disques au sein du mélange alcoolique, et assez court pour être stable. Si, en poussant légèrement le liquide en plus grande quantité vers l'un des disques au moyen du bec de la petite seringue, on détermine la formation artificielle d'un renflement et d'un étranglement, et si cette modification de la figure ne dépasse pas un certain degré, la masse abandonnée ensuite à elle-même reprend spontanément la figure cylindrique initiale. Mais nous savons (3me série, §§ 22 et 23) que si l'altération excède le degré dont il s'agit, et si d'ailleurs le cylindre n'était pas trop en deçà de sa limite, cette altération progresse ensuite spontanément, et que la transformation s'achève.

[1] *Ueber die Gränze der Stabilität eines flüssigen Cylinders* (ANN. DE M. POGGENDORFF, année 1850, vol. LXXX, p. 566).

Or, au degré précis d'altération qui sépare les tendances à ces deux effets opposés, la masse doit évidemment être indifférente à l'une et à l'autre; il doit donc y avoir là un état d'équilibre, bien que cet équilibre soit instable; et comme la figure est alors encore de révolution et qu'elle se compose d'un renflement et d'un étranglement, elle forme nécessairement une portion d'onduloïde. En second lieu, puisque cet onduloïde partiel constitue le degré d'altération où va commencer la tendance spontanée à une altération plus profonde, il doit s'écarter d'autant moins de la figure initiale, c'est-à-dire du cylindre, que celui-ci est plus près de sa limite de stabilité. Enfin, lorsque le cylindre est à cette limite même, l'onduloïde partiel doit coïncider exactement avec lui, puisque alors la plus faible trace d'un renflement et d'un étranglement doit suffire pour amener la transformation spontanée.

On a vu, par exemple, dans le second des paragraphes que je viens de citer, qu'avec un cylindre de 31^{mm} de diamètre et de 87^{mm} de longueur, cylindre pour lequel le rapport de la longueur au diamètre est 2,8, la déformation ne commence à progresser spontanément que lorsque la flèche du renflement formé à l'aide de la manœuvre indiquée atteint 5^{mm} environ; or j'ai réalisé depuis, entre les mêmes disques, un cylindre de 93^{mm} de longueur, c'est-à-dire ayant une longueur triple du diamètre, et conséquemment plus rapproché de la limite de la stabilité que le précédent, et la déformation a commencé à progresser spontanément pour une valeur de la flèche du renflement comprise entre 3^{mm} et 4^{mm}. J'étendrai bientôt cette vérification plus loin.

§ 7. Le principe ci-dessus étant admis, appliquons-y le calcul. Reprenons l'expression de la condition générale à laquelle doivent satisfaire les lignes méridiennes des figures d'équilibre de révolution, savoir (4me série, § 1)

$$\frac{1}{M} + \frac{1}{N} = C,$$

expression où M est le rayon de courbure et N la normale. Dans le cas du cylindre, la ligne méridienne étant une droite, M est partout infini, ce qui réduit la formule à $\frac{1}{N} = C$, d'où $N = \frac{1}{C}$; or comme la droite en question est parallèle à l'axe, la normale N est le rayon du cylindre engendré, d'où il suit que ce rayon est égal à $\frac{1}{C}$.

Rappelons-nous, en outre, que l'expression générale ci-dessus, mise sous la forme différentielle, peut s'intégrer une première fois (10[me] série, § 23). Si l'on prend l'axe de révolution comme axe des x, cette intégrale, qui représente nos lignes méridiennes, devient :

$$\frac{y}{\sqrt{1+p^2}} = \frac{Cy^2}{2} + C', \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [1]$$

p désignant le coefficient différentiel $\frac{dy}{dx}$, et C' étant la constante arbitraire introduite par l'intégration. S'il s'agit du cylindre, la tangente est nulle partout; faisant donc $p = o$ et résolvant par rapport à y, on a :

$$y = \frac{1}{C} \pm \frac{1}{C}\sqrt{1 - 2CC'}.$$

Il est clair qu'ici y est le rayon du cylindre, et puisque ce rayon est simplement égal à $\frac{1}{C}$, la constante arbitraire C' doit être déterminée de manière à annuler le radical $\sqrt{1 - 2CC'}$, c'est-à-dire qu'il faut faire $C' = \frac{1}{2C}$.

Cela posé, concevons un cylindre réalisé entre deux disques de rayon $\frac{1}{C}$, et supposons la distance de ces disques telle que le cylindre soit en deçà de sa limite de stabilité, mais extrêmement près de celle-ci. Alors l'onduloïde partiel qui lui correspond s'en écartera à peine; en d'autres termes, les arcs méridiens du renflement et de l'étranglement seront presque confondus avec la droite $y = \frac{1}{C}$, et il en sera de même des arcs méridiens de tous les autres renflements et étranglements de la figure complète, c'est-à-dire infiniment prolongée au delà des disques. Dans cette circonstance, par conséquent, l'ordonnée y variera très-peu sur toute l'étendue de la ligne méridienne, et la tangente p demeurera toujours fort petite.

Introduisons ces conditions dans l'équation [1], et, pour cela, transportons l'axe des x parallèlement à lui-même, au-dessus de sa position première, d'une quantité égale à $\frac{1}{C}$, de manière à le faire coïncider avec la génératrice du cylindre. Remplaçons donc y par $y + \frac{1}{C}$, et n'oublions pas que, dans l'équation transformée, y représentera l'ordonnée comptée à partir du nouvel axe des abscisses, de sorte que, dans toute la courbe, y demeurera, comme p, fort minime. Développons, en outre, le radical $\sqrt{1+p^2}$;

nous pourrons négliger toutes les puissances de p supérieures à la deuxième, et nous aurons ainsi, au lieu du radical en question, la quantité $1 + \frac{1}{2}p^2$. Faisant donc ces substitutions, l'équation [1] deviendra, les réductions étant effectuées,

$$2C^2y^2 + C^2p^2y^2 + 2Cp^2y + (1 + 2CC')p^2 = 2(1 - 2CC') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [2]$$

Enfin, à cause de la petitesse de y et de p, négligeons les termes du 4me et du 3me degré $C^2p^2y^2$ et $2Cp^2y$, et l'équation se réduira ainsi à

$$2C^2y^2 + (1 + 2CC')p^2 = 2(1 - 2CC') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [3]$$

L'erreur que nous commettrons sera d'autant plus minime que l'onduloïde se rapprochera davantage du cylindre, et le résultat que nous tirerons de cette équation, pour le cas où l'onduloïde se confond avec le cylindre, sera rigoureusement exact.

Écrivant, dans cette même équation, $\frac{dy}{dx}$ au lieu de p, et résolvant par rapport à dx, il vient :

$$dx = \sqrt{\frac{1 + 2CC'}{2}} \cdot \frac{dy}{\sqrt{1 - 2CC' - C^2y^2}},$$

ce qui donne, par l'intégration :

$$x = \frac{1}{C}\sqrt{\frac{1 + 2CC'}{2}} \cdot \text{arc sin} \frac{Cy}{\sqrt{1 - 2CC'}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [4]$$

Je n'ajoute point de constante arbitraire, parce que je prends pour origine un des points où la courbe coupe l'axe des x, ce qui exige que l'équation soit satisfaite en y faisant à la fois $y = 0$ et $x = 0$.

Telle est donc l'équation approchée de la ligne méridienne de l'onduloïde en question, équation d'autant plus exacte que cet onduloïde est plus près de coïncider avec le cylindre [1]. Cette même équation résolue par rapport à y devient :

$$y = \frac{\sqrt{1 - 2CC'}}{C} \sin C\sqrt{\frac{2}{1 + 2CC'}} \cdot x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [5].$$

[1] On pourrait élever ici une objection et demander si l'on est en droit de négliger, dans l'équation [2], le terme $2Cp^2y$ devant le terme $2C^2y^2$. En effet, le rapport $\frac{1}{C}\frac{p^2}{y}$ de ces deux termes devient infini aux points où la courbe coupe l'axe des abscisses, puisque, en tous ces



C'est l'équation d'une sinusoïde, et l'on voit que les points où, après avoir quitté l'origine, la courbe va de nouveau couper l'axe des abscisses, sont à des distances de l'origine successivement égales à

$$\frac{1}{C}\sqrt{\frac{1+2CC'}{2}}.\pi,\quad \frac{1}{C}\sqrt{\frac{1+2CC'}{2}}.2\pi,\ \text{etc.}$$

Or la seconde est évidemment la longueur d'une portion de l'onduloïde composée d'un renflement et d'un étranglement; en la désignant par L, nous aurons donc

$$L=\frac{1}{C}\sqrt{\frac{1+2CC'}{2}}.2\pi.$$

points, y est nul et p ne l'est pas; aux environs de ces mêmes points donc, le terme $2Cp^2y$, quoique très-petit en lui-même, est très-grand par rapport au terme $2C^2y^2$, et conséquemment ne peut être supprimé à côté de celui-ci; cette suppression n'est légitime qu'à l'égard des parties de la courbe assez distantes des points en question pour que p soit au moins du même ordre de petitesse que y; ainsi l'équation [4] ne représente la ligne méridienne de l'onduloïde peu éloigné du cylindre que dans les parties dont il s'agit.

Cela est vrai; mais il est aisé de montrer que l'étendue des portions dans lesquelles la courbe n'est pas suffisamment représentée par l'équation [4] se resserre de plus en plus et converge vers zéro, à mesure que l'onduloïde se rapproche du cylindre, de sorte que tout résultat tiré de cette équation, pour le cas où les deux figures coïncident, pourra être regardé comme rigoureusement exact.

Pour cela, élevons une ordonnée par un point de l'axe des abscisses pris à une distance très-petite α de l'un de ceux où cet axe est coupé par la courbe; nous formerons ainsi un petit triangle dont les côtés seront l'ordonnée en question, la longueur α et un arc de la courbe, arc qui, à cause de sa petitesse et, si l'on veut encore, à cause de son voisinage d'un point d'inflexion, pourra être considéré comme rectiligne et dirigé suivant la tangente au point situé à l'extrémité de notre ordonnée; on aura donc, pour ce point, sans erreur sensible, $p=\frac{1}{\alpha}y$; d'où, en divisant de part et d'autre par y et multipliant par p, on déduit $\frac{p^2}{y}=\frac{1}{\alpha}p$. Supposons maintenant que, α demeurant constant, l'onduloïde se rapproche de plus en plus du cylindre, ou, ce qui revient au même, que notre courbe tende de plus en plus à se confondre avec l'axe des x; alors, dans la formule ci-dessus, p diminuera en même temps que y, et deviendra aussi minime qu'on le voudra; conséquemment, quelque petit que soit α, c'est-à-dire quelque près que l'on se place de l'un des points d'intersection de la courbe avec l'axe des abscisses, pourvu que l'on en demeure à une distance finie, on pourra, en faisant converger l'onduloïde vers le cylindre, rendre aussi petite qu'on le voudra la quantité $\frac{1}{\alpha}p$, et, par suite, son égale $\frac{p^2}{y}$, de manière que, dans l'équation [2], le terme $2Cp^2y$ puisse être négligé à côté du terme $2C^2y^2$; on arrivera donc toujours, comme je l'ai dit, à faire descendre au-dessous de toute valeur finie donnée, quelque petite qu'elle soit, la longueur des arcs pour lesquels les courbes des équations [2] et [4] diffèrent notablement.

Lorsque l'onduloïde se confondra avec le cylindre, cette longueur sera, en vertu du principe du paragraphe précédent, celle qui correspond à la limite de la stabilité de ce cylindre, et elle sera alors rigoureusement exacte; or, quand la figure est devenue un cylindre, le rayon de celui-ci est, comme on l'a vu, représenté par $\frac{1}{C}$, et l'on a en même temps, comme on l'a vu aussi, $C' = \frac{1}{2C}$; si donc on désigne le rayon par r, on aura $C = \frac{1}{r}$ et $C' = \frac{r}{2}$. Substituant ces valeurs dans l'expression de L, on obtient enfin, pour la longueur précise qui correspond à la limite de la stabilité du cylindre,

$$L = 2\pi r,$$

d'où l'on déduit

$$\frac{L}{2r} = \pi.$$

Ainsi un cylindre liquide compris entre deux bases solides est exactement à sa limite de stabilité, quand sa longueur, ou l'intervalle de ses bases, est égale à sa circonférence, ou, ce qui revient au même, quand le rapport de sa longueur à son diamètre est égal à π.

Je ferai connaître plus loin une autre méthode au moyen de laquelle j'arrive, sans aucun calcul, au même résultat, en partant du principe de M. Delaunay (10me série, § 21); mais je ne puis l'exposer qu'après ce qui concerne la limite de stabilité de l'onduloïde.

§ 8. Beer, dans le premier des deux mémoires où il soumet au calcul une partie des résultats de mes expériences[1], parvient également à la quantité π; voici de quelle manière. En traitant, ainsi que je l'ai dit dans le § 9 de la série précédente, le cas où une masse liquide en rotation est adhérente à un axe solide cylindrique, il suppose d'abord la vitesse angulaire nulle, et obtient alors pour ligne méridienne celle d'une portion d'onduloïde, comme je l'ai fait remarquer dans le paragraphe cité, portion qui se compose d'un renflement et de deux demi-étranglements. Il montre ensuite, à l'aide d'un artifice de calcul, que si l'on diminue progressivement le rayon équatorial de la figure, la distance des deux points extrêmes de la ligne méridienne con-

[1] *Ueber die Oberflächen rotirender Flüssigkeiten im algemeinen, insbesondere über den Plateau'schen Rotationsversuch* (Ann. de M. Poggendorff, 1855, t. XCVI, p. 1 et 210).

verge vers une valeur égale à la circonférence du cylindre solide, valeur qu'elle atteint lorsque le rayon équatorial est égal à celui de ce cylindre, ou, en d'autres termes, lorsque la masse liquide est réduite à une couche infiniment mince sur la surface de ce même cylindre. Puis, après l'exposé d'un résultat qui ne se rapporte point au sujet actuel, vient un passage que je traduis ici, en avertissant le lecteur que Beer représente par $2y_1$ la distance ci-dessus.

« Concevons un cylindre d'huile infiniment long placé dans l'alcool dilué, et faisons-lui subir uniformément, dans toute sa longueur, une petite altération telle que la surface demeure *minimæ areæ* [1]. Cette surface sera évidemment une surface de révolution dont la ligne méridienne ne se composera que de courbes égales de l'espèce considérée plus haut, se raccordant entre elles. Le cylindre acquiert ainsi une suite régulière d'étranglements alternant avec des renflements. Pour une déformation très-petite, l'enfoncement et la saillie de ces étranglements et renflements sont également très-petits, et le cylindre auquel les courbes en question sont tangentes s'écarte aussi fort peu de la surface primitive de l'huile. De là résulte donc que la distance de deux étranglements avance d'autant plus vers la limite de $2y_1$ trouvée plus haut pour la surface originairement cylindrique, et conséquemment vers la valeur de la circonférence de cette dernière, que la déformation supposée est plus faible. La limite de $2y_1$, indépendante de la nature du liquide, n'est évidemment autre chose que la limite de la stabilité d'un cylindre liquide soustrait à la pesanteur, limite observée et mesurée par M. Plateau. Ce physicien a trouvé qu'en prenant pour unité le diamètre du cylindre, la limite dont il s'agit est comprise entre 3 et 3,6. M. Hagen est arrivé, par une voie théorique, à la valeur 2,828, à quoi M. Plateau oppose la remarque suivante : *Si l'on remplace le rayon de courbure qu'emploie M. Hagen par celui du sommet des arcs d'une sinusoïde, on obtient alors, pour valeur de la limite de la stabilité, la quantité* π. Et en effet, d'après ce qui précède, cette dernière quantité est la valeur exacte. »

Par l'expression : la distance de deux étranglements (*zweier Einschnü-*

[1] On verra plus loin (§§ 31 et 33) que Beer n'emploierait plus aujourd'hui cette expression dans le cas dont il s'agit.

rungen), il faut entendre la distance des milieux de ceux-ci; et comme cet intervalle comprend un renflement et deux demi-étranglements, il équivaut en longueur à l'ensemble d'un renflement et d'un étranglement; Beer a donc cherché de son côté, bien que par une méthode essentiellement différente de la mienne, ce que devient la longueur d'une portion d'onduloïde composée d'un renflement et d'un étranglement, lorsque cet onduloïde passe au cylindre; mais il regarde comme évident que cette même longueur est celle qui correspond à la limite de la stabilité du cylindre, et cependant on ne voit a priori aucune relation nécessaire entre la longueur d'une portion d'onduloïde, au moment où elle se confond avec le cylindre, et la stabilité ou l'instabilité de celui-ci. Il est bien vrai qu'un cylindre, à sa limite de stabilité, se modifie de manière à présenter une portion renflée et une portion étranglée; mais rien ne dit immédiatement qu'à l'origine de cette déformation la figure appartienne à l'onduloïde; c'est un point qu'il fallait établir, ainsi que je l'ai fait dans le § 6; cette recherche de Beer est donc incomplète, elle demande une démonstration qu'il ne donne pas.

Dans son second travail [1], il effectue la même détermination au moyen de son intégrale elliptique (10me série, §§ 23 et 24), mais il n'établit pas davantage la relation entre le résultat et la stabilité du cylindre.

§ 9. A la fin du § 46 de la 2me série, j'ai annoncé que j'essaierais, à l'aide des cylindres d'huile formés entre deux disques solides au sein du mélange alcoolique, d'obtenir une détermination expérimentale suffisamment précise de la limite de la stabilité du cylindre. C'est ce que j'ai effectué, et je vais rendre compte des résultats; mais auparavant je dois présenter ici quelques remarques sur la marche à suivre dans ce genre de recherche.

La limite de stabilité d'une figure d'équilibre constitue un passage graduel entre deux états différents de cette figure, et conséquemment l'expérience seule ne peut la déterminer d'une manière rigoureuse; mais elle peut conduire à deux valeurs assez rapprochées l'une de l'autre et telles que, pour la première, il y ait encore stabilité certaine, tandis que, pour la seconde, il y a déjà instabilité certaine. Si ces deux valeurs sont peu différentes, comme je

[1] *Tractatus de Theoria mathematica phœnomenorum in liquidis actioni gravitatis detractis observatorum.* Bonn, 1857.

l'ai supposé, leur moyenne donnera avec une grande approximation la vraie valeur de la limite.

J'ai employé cette méthode à l'égard du cylindre. Quand on n'est pas trop près de la limite, il y a deux caractères qui accusent nettement la stabilité ou l'instabilité de cette figure : si, le cylindre étant réalisé dans le voisinage de sa limite et conservant sa forme, on y produit artificiellement, en poussant l'huile à l'aide du bec de la seringue, un renflement et un étranglement peu prononcés, et que la figure reprenne ensuite d'elle-même sa forme première, il est évident qu'elle possède encore une stabilité réelle; d'autre part si, pendant qu'on essaie d'obtenir le cylindre, c'est-à-dire pendant que la masse d'huile est en excès et qu'on la diminue pour arriver à la forme cylindrique, la figure commence déjà à s'altérer spontanément avant que cette forme soit atteinte, on doit en conclure que le cylindre qu'on veut réaliser serait instable. La limite exacte se trouve donc entre les longueurs où l'on cesse de pouvoir observer chacun de ces deux effets.

§ 10. L'appareil dont j'ai fait usage consiste en deux disques verticaux en fer minces, de même diamètre, placés en regard, et dont l'un peut être graduellement rapproché ou éloigné de l'autre. Chacun d'eux est porté par un gros fil de fer implanté normalement au centre de sa face postérieure, et replié verticalement de haut en bas; l'extrémité inférieure de celui qui soutient le disque immobile est fixée à l'un des bouts d'une barre horizontale en fer à section carrée, et l'extrémité inférieure de celui qui soutient le disque mobile est fixée à un curseur qui glisse sans ballottement le long de cette barre. Une vis maintenue parallèlement à celle-ci, et qu'on peut faire tourner sur elle-même au moyen d'une manivelle, s'engage dans un écrou tenant au curseur; en faisant agir la manivelle dans un sens ou dans l'autre, on oblige ainsi le curseur avec son disque à marcher en avant ou en arrière. La barre horizontale est munie de quatre petits pieds, qui sont attachés eux-mêmes sur une plaque rectangulaire en plomb servant de base à tout le système; cette plaque était destinée à empêcher, par sa masse, que l'appareil placé au fond du vase à parois planes, dans le liquide alcoolique, n'oscillât pendant les opérations. Enfin on imprimait le mouvement à la manivelle à l'aide d'une bielle suffisamment longue dont on tenait à la main l'autre extrémité.

Le diamètre de chacun des disques a été mesuré à l'aide du cathétomètre, et l'on a trouvé pour l'un $30^{mm},05$, et pour l'autre $30^{mm},18$; la moyenne $30^{mm},11$ a été prise pour le diamètre du cylindre; la différence $0^{mm},13$ entre ces deux diamètres était évidemment trop petite pour exercer une influence appréciable sur les résultats. Dans chaque expérience, la distance des disques était mesurée au moyen du cathétomètre disposé horizontalement, en visant à la partie supérieure de ces disques; on s'était assuré d'ailleurs du parallélisme de leurs plans.

1re *expérience.* — On a placé d'abord le disque mobile à $108^{mm},40$ de l'autre, ce qui donnait à fort peu près 3,6 pour le rapport de la longueur du cylindre à son diamètre, puis on a fait adhérer à l'ensemble des deux disques une masse d'huile en excès, de sorte que la figure constituait un onduloïde assez fortement renflé au milieu. Alors on a absorbé graduellement du liquide, en observant de temps à autre la figure, et celle-ci a commencé à se déformer spontanément lorsque la flèche du renflement ci-dessus était encore d'environ 5^{mm}.

2me *expérience.* — On a rapproché ensuite les disques, de manière à amener leur distance à $99^{mm},36$, ce qui correspondait au rapport 3,3. La figure étant ainsi redevenue stable, on a continué à enlever du liquide, et la tendance à la déformation spontanée ne s'est manifestée que lorsque la flèche du renflement n'était plus que de $2^{mm},5$ à peu près.

3me *expérience.* — Distance des disques $95^{mm},75$, rapport 3,18. La figure était de nouveau stable, et l'épuisement ultérieur a dû réduire la flèche à moins d'un millimètre pour qu'on vît la figure se déformer d'elle-même [1].

4me *expérience.* — Distance des disques $94^{mm},53$, rapport 3,14. Il ne s'est plus montré de tendance à la déformation spontanée tant que la flèche avait une valeur sensible, de sorte qu'on est arrivé sans difficulté à la forme cylindrique; mais ce cylindre, abandonné à lui-même, après avoir paru per-

[1] Le rapport de la longueur au diamètre est donné ici avec deux décimales, parce qu'on reconnaît que l'on approche déjà de la limite. Il en est de même à l'égard des expériences suivantes; on a, bien entendu, renforcé la seconde décimale quand la troisième eût été assez grande; dans des expériences de cette nature, il serait, je pense, illusoire de vouloir pousser la précision plus loin.

sister pendant quelques secondes, a commencé à s'altérer, avec une extrême lenteur d'abord, puis graduellement plus vite : la figure s'est partagée, comme à l'ordinaire, en une portion renflée et une portion étranglée, et la déformation a continué à marcher jusqu'à la désunion complète. On a refait plusieurs fois l'expérience, et toujours avec les mêmes résultats.

5me *expérience.* — Distance des disques 93mm,03, rapport 3,09. On a atteint sans peine la forme cylindrique, puis on a produit artificiellement un étranglement et un renflement, la flèche de ce dernier étant à peu près de 1mm. La figure abandonnée à elle-même a repris la forme cylindrique, et il a fallu, pour amener le progrès spontané de la déformation, porter la flèche du renflement artificiel à 3mm environ.

6me *expérience.* — Distance des disques 93mm,65, rapport 3,11. On est parvenu de même au cylindre; pour qu'il y eût progrès spontané de la déformation, la flèche du renflement artificiel a dû être comprise entre 2mm et 3mm. Dans cette expérience, avant de former le cylindre, on avait, bien entendu, ajouté un peu d'huile à la masse.

7me *expérience.* — Distance des disques 94mm,18, rapport 3,13. Après une nouvelle addition préalable de liquide, on est parvenu encore au cylindre; le progrès spontané a commencé quand la flèche du renflement artificiel n'était que de 1mm et une fraction.

§ 11. On le voit, dans les trois premières expériences, la figure a manifesté le caractère indiquant qu'un cylindre formé entre les disques serait instable, et, de la première à la troisième, ce caractère a été de moins en moins prononcé; enfin, dans cette troisième expérience, pour laquelle le rapport était 3,18, on se trouvait déjà fort près de la limite cherchée. Les trois dernières expériences ont manifesté, au contraire, le caractère de la stabilité du cylindre, et cette stabilité a été en décroissant de la cinquième expérience à la septième, pour laquelle le rapport était 3,13 et la stabilité très-faible.

On peut donc affirmer, abstraction faite de tout résultat théorique, que la limite de la stabilité du cylindre est comprise entre les valeurs 3,13 et 3,18, qui ne diffèrent entre elles que de 0,05; et comme les cylindres correspondants à ces deux valeurs ont encore respectivement, d'une manière nette, les

caractères de la stabilité et de l'instabilité, la limite cherchée est notablement supérieure à la première et inférieure à la seconde. Conséquemment si l'on prend la moyenne de ces mêmes valeurs, savoir 3,15, on peut être certain que la limite véritable n'en est pas éloignée de 0,02, quantité qui n'est que les 0,006 de cette même moyenne.

Ainsi, en partant des seuls résultats de l'expérience, on doit regarder le nombre 3,15 comme étant la valeur très-approchée de la limite de la stabilité du cylindre; or ce nombre diffère à peine de la valeur théorique π, ou 3,14; enfin la 4me expérience montre qu'en plaçant les disques à la distance qui donne ce rapport théorique 3,14, la figure ne présente plus ni l'un ni l'autre des caractères de l'instabilité ou de la stabilité du cylindre, c'est-à-dire que, d'une part, elle ne manifeste aucune tendance à la transformation tant que la forme cylindrique n'est pas atteinte, et que, d'autre part, quand le cylindre est formé, il n'exige, pour commencer et accomplir sa transformation, aucune altération artificielle.

L'ensemble des expériences ci-dessus peut donc être considéré comme vérifiant pleinement la théorie.

§ 12. La 5me, la 6me et la 7me expérience, c'est-à-dire celles qui ont été faites en deçà de la limite, ont offert une particularité en apparence fort singulière. Chacune d'elles a été répétée plusieurs fois; or, dans certains cas, le cylindre, qui semblait bien régulier, s'altérait de lui-même après quelques instants : on voyait s'y dessiner un renflement et un étranglement; mais ceux-ci, après avoir atteint un degré plus ou moins marqué, quoique toujours assez petit, demeuraient stationnaires, sans progresser ni s'effacer. Ce phénomène, qui paraissait inexplicable, m'a beaucoup embarrassé, jusqu'à ce que je m'en fusse rendu raison de la manière suivante :

Quand les densités des deux liquides sont bien égales, un cylindre réalisé en deçà de sa limite doit persister indéfiniment sans aucune altération, quelle que soit sa position dans le liquide alcoolique, qu'il soit horizontal, vertical ou incliné; mais s'il y a entre les densités une différence, même trop faible pour déterminer dans l'huile une tendance visible à monter ou à descendre, si, en outre, l'axe de la figure est légèrement incliné, de sorte que l'un des disques est un peu plus élevé que l'autre, si enfin le cylindre est très-rap-

proché de sa limite et qu'ainsi les forces qui tendent à maintenir sa forme n'aient qu'une intensité extrêmement petite, on comprend que l'infériorité ou l'excès de densité de l'huile portera celle-ci en plus grande quantité du côté du disque le plus haut ou le plus bas, et que dès lors la figure présentera un renflement et un étranglement. Toutefois, comme il ne s'agit ici que de différences très-minimes entre les densités des liquides et entre les hauteurs des disques, ce transport de l'huile ne sera pas assez abondant pour que la figure atteigne l'onduloïde instable (§ 6) correspondant à sa longueur; la transformation ne pourra donc s'effectuer, et la petite altération du cylindre demeurera stationnaire.

J'ai confirmé cette explication par l'expérience suivante : les disques étant placés à la distance qui donne le rapport 3,11, et un cylindre étant réalisé entre eux, on a incliné quelque peu l'appareil de manière que l'un des disques fût d'environ un millimètre plus bas que l'autre, et en même temps on a donné au mélange alcoolique un excès de densité suffisant pour obliger le cylindre à s'infléchir en formant un arc d'une courbure sensible, quoique petite, dont la convexité regardait le haut; on a vu bientôt se produire un étranglement et un renflement, celui-ci s'appuyant sur le disque le plus élevé. On a établi ensuite une même inclinaison du système en sens inverse, on a effacé l'étranglement et le renflement, et on les a vus se développer de nouveau, le renflement s'appuyant sur l'autre disque. Enfin on a rendu, au contraire, la densité du mélange alcoolique un peu trop faible, ce qui arquait légèrement la figure dans le sens opposé au précédent, et le renflement s'est montré alors vers le disque le plus bas.

J'ajouterai que, dans les trois expériences rappelées au commencement de ce paragraphe, c'est-à-dire dans les trois dernières du § 10, quand la figure présentait l'altération stationnaire dont j'ai parlé, et qu'on l'avait abandonnée à elle-même pendant plusieurs minutes, on reconnaissait en général, par une légère flexion de l'ensemble, une différence entre les densités; cette différence, d'abord trop minime pour déterminer un effet sensible à l'œil, s'était peu à peu accrue, soit par une variation de la température, soit par l'action chimique mutuelle des deux liquides, action qu'il est impossible d'annuler complétement.

Enfin je rappellerai que, dans la formation des cylindres laminaires verticaux, on voit (5me série, § 15) l'influence du poids de la lame renfler la figure dans sa moitié inférieure et l'étrangler dans sa moitié supérieure, quand le rapport entre l'écartement et le diamètre des anneaux commence à approcher de celui qui correspond à la limite de stabilité du cylindre.

Il résulte de tout cela que, si l'on répète mes expériences sur la limite de la stabilité du cylindre, il faudra donner le plus grand soin à la parfaite horizontalité de l'axe de la figure.

§ 13. On peut joindre les résultats des 5me, 6me et 7me expériences (§ 10), effectuées en deçà de la limite, et celui de la 4me, effectuée à la limite même, à ceux dont j'ai parlé dans le § 6, pour achever d'établir le fait sur lequel j'ai basé la recherche de la valeur théorique de cette limite, fait consistant (§ 7) en ce que l'onduloïde instable correspondant à un cylindre stable s'approche d'autant plus de ce cylindre que celui-ci est plus voisin de la limite. En effet, l'ensemble de ces résultats donne, entre la longueur et le diamètre, la suite de rapports 2,8, 3,0, 3,09, 3,11, 3,13, 3,14, qui se termine au rapport limite, et donne en même temps, pour les flèches respectives du renflement de l'onduloïde instable, 5^{mm}, 3^{mm} et une fraction, 3^{mm}, 2^{mm} et une fraction, 1^{mm} et une fraction, 0. A la vérité, dans les expériences du § 6, les disques avaient un diamètre plus grand d'un millimètre que dans celles du § 10; mais cette différence est trop petite pour influer d'une manière sensible sur les valeurs observées des flèches, valeurs qui n'étaient estimées qu'approximativement, à la simple vue.

§ 14. Supposons un cylindre réalisé ainsi un peu en deçà de sa limite de stabilité, et dans lequel on produit, par la manœuvre indiquée, un renflement et un étranglement. Puisque c'est nécessairement d'un onduloïde que part le progrès spontané de la déformation, on comprend que si, au moment où ce progrès spontané va commencer, le renflement et l'étranglement avaient, par suite de l'opération artificielle qui les a constitués, une forme et un rapport de longueurs autres que ceux qui conviennent à l'onduloïde, ils prendraient immédiatement d'eux-mêmes cette dernière forme et ce dernier rapport. Maintenant rappelons de nouveau que cet onduloïde s'écarte d'autant moins du cylindre originaire que celui-ci est plus près de sa limite, et coïncide

avec lui à la limite même; rappelons, en outre (4[me] expérience du § 10), qu'à cette limite le cylindre, qui se déforme spontanément, se partage toujours en une seule portion renflée et une seule portion étranglée, et nous conclurons de tout cela que, dans un cylindre à sa limite de stabilité, la transformation s'effectue invariablement comme si elle avait pour origine un onduloïde infiniment peu différent de ce cylindre et composé d'un seul renflement et d'un seul étranglement.

L'équation [5] du § 7 montre que la ligne méridienne de la figure est alors une sinusoïde, d'où résulte cette seconde conclusion qu'à la naissance de la transformation du cylindre dont il s'agit, le renflement et l'étranglement sont rigoureusement égaux en longueur.

§ 15. J'ai étudié, dans ma 2[me] série, la transformation des cylindres dont la longueur est indéfinie ou seulement considérable relativement au diamètre. On a vu alors que ces cylindres se partagent spontanément en portions renflées alternant avec des portions étranglées, les unes et les autres se prononçant de plus en plus, jusqu'à ce que toute la figure se convertisse en une suite de sphères isolées. Bien que mes expériences sur ce sujet n'aient donné qu'un petit nombre de résultats très-réguliers, elles ont toujours manifesté (2[me] série, §§ 54 et 55) une tendance bien décidée à la régularité, et ne permettent pas de douter que les écarts ne soient dus à des causes étrangères, causes dont il est d'ailleurs facile de reconnaître la présence dans les procédés employés. J'indiquerai, à la fin de la série actuelle, d'où me paraît dépendre cette tendance.

Mes expériences ont établi également (2[me] série, § 60) que, dans la transformation régulière d'un semblable cylindre, la longueur occupée par l'ensemble d'un renflement et d'un étranglement, ensemble que je nommerai un *couple* [1], surpasse toujours celle qui correspond à la limite de stabilité de ce cylindre; mais elles nous ont appris, en même temps, que l'excès diminue avec les résistances qui gênent la transformation, et, le raisonnement aidant, je suis arrivé à cette conclusion qu'un cylindre indéfini entièrement libre sur

[1] Dans le paragraphe cité, il s'agit de ce que j'ai appelé les *divisions*, et non des couples; mais, comme une division se compose d'un renflement et de deux demi-étranglements, sa longueur est égale à celle d'un couple.

toute sa surface et formé d'un liquide absolument exempt de viscosité, se transformerait très-probablement de manière que la longueur des couples serait égale à celle qui correspond à la limite de la stabilité.

Mais, d'une part, j'ai montré (*ibid.*, § 57) que, toujours dans la transformation régulière d'un cylindre indéfini ou d'une grande longueur, les modifications de forme s'accomplissent dans chaque couple comme s'il était terminé par des bases solides; et, d'autre part, nous venons de voir (§ précédent) qu'à l'origine de la transformation d'un couple isolé ayant la longueur correspondante à la limite de la stabilité, la figure constitue un onduloïde partiel infiniment peu différent du cylindre; la même chose aura donc lieu, à l'origine de la transformation d'un cylindre indéfini, dans tous les couples qui se forment, s'ils ont la longueur ci-dessus, et toutes ces portions identiques d'onduloïde se raccordant entre elles puisque chacune se compose d'un renflement entier et d'un étranglement entier, la figure totale constituera un onduloïde indéfini.

Si donc on se place dans les conditions théoriquement les plus simples, c'est-à-dire si l'on suppose le liquide sans aucune viscosité, la longueur du cylindre infinie ou seulement multiple exact de celle qui correspond à la limite de la stabilité, la surface convexe entièrement libre, et toute cause étrangère de trouble écartée, enfin si l'on imagine que le cylindre ait de très-petites imperfections de forme, imperfections sans lesquelles il persisterait puisqu'il constitue une figure d'équilibre, on doit croire que la transformation s'effectuera comme si elle partait d'un onduloïde infiniment peu différent de ce cylindre. A la fin de cette série, je rendrai la chose plus probable encore.

Dans ce cas, d'après la remarque qui termine le paragraphe précédent, la longueur initiale des renflements est rigoureusement égale à celle des étranglements. S'il y a des résistances, les renflements et les étranglements sont plus allongés, et conséquemment la figure originaire ne peut plus être un onduloïde; mais alors encore, ainsi qu'on le verra à la fin de cette série, les renflements et les étranglements initiaux sont très-probablement égaux en longueur.

§ 16. Il est d'ailleurs assez facile de faire comprendre à quoi tient l'influence des résistances sur la longueur des renflements et des étranglements;

l'examen de cette question contribuera en même temps à rendre plus nettes nos idées sur le jeu des pressions capillaires dans l'acte de la transformation spontanée.

Admettons qu'à l'origine d'une transformation régulière, quand on considère les renflements et les étranglements comme infiniment peu prononcés, les premiers sont réellement égaux en longueur aux seconds; alors, quelle que soit la vraie nature de la ligne méridienne, elle constituera une courbe analogue à la sinusoïde. Raisonnons en supposant que ce soit une sinusoïde même. Si nous désignons par r le rayon du cylindre, par β la flèche des arcs, par l la longueur de la corde de chacun de ceux-ci, que nous prenions pour axe des abscisses l'axe du cylindre, et que nous fassions passer l'axe des ordonnées par le point d'où part l'un des arcs convexes, l'équation de notre sinusoïde sera évidemment

$$y = r + \beta \sin \frac{\pi}{l} x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [1].$$

Prenons sur cette courbe deux points appartenant l'un à un arc convexe, l'autre à un arc concave, et placés de la même manière sur ces deux arcs, c'est-à-dire à des distances égales des origines respectives de ces mêmes arcs. Si, pour abréger, nous représentons par γ le terme $\beta \sin \frac{\pi}{l} x$ de notre équation, la valeur de γ sera la même, au signe près, pour les deux points, de sorte que les ordonnées de ceux-ci seront respectivement $r + \gamma$ et $r - \gamma$, ce qui donne, d'après la formule connue, pour les valeurs des deux normales, $(r + \gamma)\sqrt{1 + p^2}$ et $(r - \gamma)\sqrt{1 + p^2}$, où p est, comme toujours, le coefficient différentiel $\frac{dy}{dx}$; il faut remarquer que, par la nature de la figure liquide, ces normales sont l'une et l'autre positives; on devra se souvenir en outre, pour l'intelligence des formules qui suivent, que la quantité γ, ou $\beta \sin \frac{\pi}{l} x$, est prise en elle-même, et par conséquent est essentiellement positive. Quant au rayon de courbure, il est clair que sa valeur est, au signe près, la même pour les deux points; si donc q désigne le coefficient différentiel du second ordre $\frac{dy^2}{dx^2}$, on aura, aussi d'après l'expression connue, pour le rayon de courbure au premier point, $+ \frac{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}{q}$, et au second point $- \frac{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}{q}$.

La pression capillaire correspondante au premier point et rapportée à

l'unité de surface sera conséquemment, en vertu de la formule que j'ai si souvent rappelée,

$$P + \frac{A}{2}\left\{\frac{1}{(r+\gamma)\sqrt{1+p^2}} + \frac{q}{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}\right\},$$

et la pression correspondante au second point sera

$$P + \frac{A}{2}\left\{\frac{1}{(r-\gamma)\sqrt{1+p^2}} - \frac{q}{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}\right\},$$

P étant toujours la pression d'une surface plane, et A une constante positive dont la valeur dépend de la nature du liquide.

Retranchons la première de ces expressions de la seconde; nous aurons ainsi, pour l'excès de la pression du point de l'arc concave sur celle du point de l'arc convexe,

$$\frac{A}{\sqrt{1+p^2}}\left\{\frac{\gamma}{r^2-\gamma^2} - \frac{q}{1+p^2}\right\}.$$

Puisque nous avons supposé la déformation infiniment peu prononcée, la tangente p est partout infiniment petite, ce qui permet de remplacer $\sqrt{1+p^2}$ par $1+\frac{1}{2}p^2$. Faisant cette substitution et effectuant les calculs, il vient :

$$A \frac{\gamma + \gamma p^2 - qr^2 + q\gamma^2}{r^2 - \gamma^2 + \frac{3}{2}r^2p^2 - \frac{3}{2}\gamma^2p^2 + \frac{1}{2}r^2p^4 - \frac{1}{2}\gamma^2p^4}.$$

Négligeant les termes en p^2, γ^2, p^4, qui sont des infiniment petits d'ordres supérieurs, l'expression se réduit à

$$A \cdot \frac{\gamma - qr^2}{r^2} \quad \text{. . . . . [2].}$$

Reste à substituer dans cette expression les valeurs de γ et de q. Les deux différentiations successives de l'équation [1] donnent $q = -\frac{\beta\pi^2}{l^2}\sin\frac{\pi}{l}x$; mais comme nous avons affecté les quantités des signes propres qui dépendent des parties de la courbe auxquelles ces quantités appartiennent, il faut ici faire abstraction du signe négatif; et, en effet, si nous voulions remplacer, dans les expressions des deux pressions, la valeur générale $\frac{q}{\{1+p^2\}^{\frac{3}{2}}}$ de l'inverse du rayon

de courbure par sa valeur relative à notre sinusoïde, nous ne pourrions laisser à celle de q le signe — amené par la différentiation, qu'en choisissant ce même signe entre les deux dont le dénominateur peut être affecté à cause de l'exposant $\frac{3}{2}$, sans quoi les termes qui représentent les inverses des rayons de courbure n'auraient plus, dans les expressions dont il s'agit, les signes qui conviennent à la question; or cela revient à faire abstraction de ces signes et à prendre q et le dénominateur d'une manière absolue. Substituant donc, dans l'expression [2], à y et à q leurs valeurs absolues respectives $\beta \sin \frac{\pi}{l} x$ et $\frac{\beta^2 \pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi}{l} x$, on obtient enfin, pour la mesure de la différence des pressions correspondantes à deux points semblablement situés l'un sur un arc convexe et l'autre sur un arc concave,

$$A \left\{ \frac{1}{r^2} - \frac{\pi^2}{l^2} \right\} \beta \sin \frac{\pi}{l} x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad [3].$$

Dans cette expression, les facteurs A et $\beta \sin \frac{\pi}{l} x$ sont, nous le savons, essentiellement positifs, de sorte que le signe de la quantité totale dépendra de celui du facteur $\frac{1}{r^2} - \frac{\pi^2}{l^2}$; la différence des pressions sera donc positive si l'on a

$$\frac{1}{r^2} - \frac{\pi^2}{l^2} > 0,$$

ou, ce qui revient au même,

$$2l > 2\pi r,$$

c'est-à-dire si la somme des longueurs d'un renflement et d'un étranglement excède la circonférence du cylindre originaire, et cela dans toute l'étendue des arcs, sauf à leurs extrémités mêmes, où le facteur $\beta \sin \frac{\pi}{l} x$ s'évanouit. On voit, de plus, que la différence dont il s'agit augmente à partir de ces extrémités jusqu'aux milieux des arcs. Ainsi, en premier lieu, quand un cylindre réalisé entre deux bases solides dépassera la limite de la stabilité, mais aura assez peu de longueur pour ne donner qu'un seul renflement et un seul étranglement, la pression correspondante à un point quelconque de l'arc méridien de l'étranglement l'emportera sur celle qui appartient au point semblablement placé de l'arc méridien du renflement.

Considérons maintenant un second cylindre de même diamètre et formé



du même liquide, mais plus long, toujours avec la condition qu'il ne s'y produise qu'un seul couple, et supposons une déformation de même degré, c'est-à-dire dont le renflement et l'étranglement aient la même flèche que dans la première figure; nous passerons ainsi d'une sinusoïde à une autre plus allongée, mais de même flèche, ce qui revient à augmenter l sans changer β non plus que r et A. Si nous prenons respectivement sur ces deux sinusoïdes deux points homologues, ou tels que leurs abscisses soient entre elles comme les cordes des arcs, le rapport $\frac{x}{l}$ sera le même pour ces deux points, et conséquemment le facteur $\beta \sin \frac{\pi}{l} x$ de l'expression [3] aura la même valeur, ainsi que A; mais le facteur $\frac{1}{r^2} - \frac{\pi^2}{l^2}$ augmentera en passant du point de la première figure au point de la seconde, et d'autant plus qu'on aura donné à l un plus grand accroissement. La prédominance des pressions capillaires de tous les points de l'étranglement sur celles des points du renflement est donc d'autant plus forte que le couple est plus allongé; et comme nous pouvons appliquer à chacun des couples formés dans la transformation d'un cylindre d'une grande longueur ce que nous venons de trouver à l'égard d'un couple isolé, il en résulte que, dans la transformation d'un semblable cylindre, plus les renflements et les étranglements sont allongés, plus les forces qui font progresser le phénomène sont intenses. D'après cela, lorsque, dans un cylindre indéfini ou d'une longueur considérable, la transformation est gênée par des résistances soit extérieures, soit intérieures, ces résistances, à moins qu'elles ne soient trop énergiques, pourront être surmontées par un allongement des couples; or on conçoit que la transformation se dispose d'elle-même de manière à produire cet effet, et qu'elle allonge d'autant plus les couples que les résistances opposent plus d'obstacle.

A la vérité, le calcul ci-dessus est basé sur la supposition qu'à l'origine du phénomène la ligne méridienne est une sinusoïde; mais, ainsi que je l'ai fait remarquer, si, en réalité, elle n'est pas telle, elle a bien probablement beaucoup d'analogie avec cette courbe, à laquelle elle se réduit d'ailleurs, nous le savons, quand les couples ont la longueur correspondante à la limite de la stabilité; si l'on en connaissait la nature exacte, et qu'on lui appliquât le calcul précédent, on parviendrait sans aucun doute au même résultat.

§ 17. D'abord, en effet, on y arrive par des considérations a priori, con-

sidérations que j'ai déjà exposées dans le § 66 de la 2me série, mais que je vais reproduire. Lorsqu'un cylindre réalisé entre deux bases solides a une longueur assez petite pour ne donner qu'un seul couple, il doit se transformer d'autant plus rapidement que sa longueur excède davantage la limite de la stabilité : car la durée du phénomène étant infinie en deçà de cette limite et devenant finie au delà, elle doit aller en décroissant à mesure qu'on dépasse cette même limite; et puisque, dans la transformation régulière d'un cylindre indéfini ou d'une grande longueur, les choses se passent à l'égard d'un couple quelconque comme s'il était terminé par des bases solides, il s'ensuit que, dans un cylindre indéfini ou d'une grande longueur, la transformation sera aussi d'autant plus rapide que les couples seront plus allongés; mais une transformation plus rapide suppose des forces plus intenses; les différences de pression dont il a été question dans le paragraphe précédent augmentent donc avec la longueur des couples.

En outre, on peut recourir à des vérifications expérimentales, et j'en ai déjà indiqué une dans le paragraphe cité de la 2me série; elle semble laisser quelque chose à désirer, mais il est facile d'en obtenir d'autres plus nettes : il suffit, pour cela, d'après ce que je viens de dire, de réaliser, avec le même liquide, des cylindres de même diamètre dépassant de plus en plus leur limite de stabilité, et de compter, pour chacun d'eux, la durée de la transformation. Or c'est ce qui a été effectué en même temps que les expériences du § 10 : dans les trois premières, après avoir observé le point où la figure commençait à s'altérer spontanément, on a continué l'extraction du liquide, jusqu'à ce que, en employant la petite manœuvre indiquée dans la deuxième note du § 46 de la 2me série, c'est-à-dire en régularisant constamment la figure au moyen du bec de la seringue, on eût atteint la forme cylindrique; puis on a abandonné la figure à elle-même, et l'on a compté, avec une montre ordinaire, la durée approximative de la transformation; on a estimé aussi cette durée dans la 4me expérience, où le cylindre était à sa limite de stabilité. On a trouvé ainsi : pour le rapport limite 3,14 entre la longueur et le diamètre, une durée de 11 minutes; pour le rapport 3,18, une durée de 4 minutes; pour le rapport 3,3, une durée de 2 minutes; et, pour le rapport 3,6, une durée de 1 minute.

En répétant la 4me expérience, il est arrivé plusieurs fois que la durée a été seulement de 5 à 7 minutes; mais on voit qu'elle était toujours supérieure à toutes les autres.

§ 18. Si, dans l'expression [3] du § 16, on a $\frac{1}{r^2} - \frac{\pi^2}{l^2} < o$, d'où $2l < 2\pi r$, ce qui la rend négative, on conclura du mode de raisonnement employé que les pressions capillaires de tous les points de l'étranglement seront inférieures à celles des points du renflement, et d'autant plus que le couple sera plus court. Dans ce cas, par conséquent, si le couple est unique et terminé à deux bases solides, la masse liquide tendra à regagner la forme cylindrique; en d'autres termes, le cylindre formé entre les bases dont il s'agit sera stable, et sa stabilité sera d'autant plus prononcée que sa longueur sera moindre.

Enfin si l'on a $\frac{1}{r^2} - \frac{\pi^2}{l^2} = o$, d'où $2l = 2\pi r$, la différence des pressions est nulle dans toute l'étendue du couple, de sorte que, s'il n'y a qu'un seul couple compris entre des bases solides, la masse ne tendra ni à revenir à la forme cylindrique, ni à s'en éloigner davantage; le cylindre formé entre ces bases sera donc alors à sa limite de stabilité, comme nous le savions d'ailleurs.

Cette manière d'arriver à la limite de la stabilité du cylindre n'est autre chose, on le voit, que la méthode de M. Hagen (§ 4), mais corrigée en substituant aux arcs de cercle des arcs de sinusoïde, et en évaluant les pressions dans toute la longueur de ces arcs, au lieu de le faire à leurs sommets seulement.

§ 19. Passons à l'onduloïde. Les conditions de stabilité de cette figure sont, je crois, essentiellement différentes suivant que son milieu est occupé par un étranglement (4me série, § 13) ou par un renflement (*ibid.*, § 5).

Je n'ai point fait d'expériences nettes à l'égard du premier cas; mais, d'après les onduloïdes de ce genre réalisés dans le cours de mon travail, je pense que leur limite de stabilité n'a rien d'absolu : si, pour des rapports différents entre la distance et le diamètre des anneaux ou des disques, on formait successivement des onduloïdes de cette même espèce, et si, par l'exhaustion graduelle de l'huile, on les amenait à leur limite de stabilité, on trouverait, j'en suis persuadé, que les extrémités de leurs lignes méri-

diennes respectives varieraient de position par rapport aux points d'inflexion; qu'à mesure que le rapport ci-dessus diminuerait, ces extrémités, d'abord situées au delà des points d'inflexion, s'en rapprocheraient, les atteindraient, puis passeraient en deçà. C'est là tout ce que nous dirait probablement l'expérience; quant à la théorie, les principes qui m'ont servi pour le cylindre s'appliqueraient difficilement ici.

§ 20. Heureusement les choses sont toutes différentes pour un onduloïde dont le milieu est un renflement; alors la limite de la stabilité s'exprime d'une manière très-simple et toujours la même. En effet, l'expérience m'a conduit (4me série, § 10) à admettre que, dans ce cas, la figure liquide est à sa limite de stabilité lorsqu'elle se termine aux cercles de gorge de deux étranglements consécutifs, ou, en d'autres termes, lorsqu'elle est exactement composée d'un renflement entre deux demi-étranglements. Seulement la manière dont je suis arrivé à ce résultat peut laisser quelque chose à désirer quant à la rigueur; je vais donc reprendre ici la démonstration, et la compléter.

Quand on réalise un onduloïde de l'espèce actuelle en faisant adhérer, au sein du mélange alcoolique, une masse d'huile à la surface convexe d'un cylindre solide préalablement frotté d'huile (*ibid.*, § 4), il est évident que la surface de cette masse ne peut, à ses extrémités, former un angle avec la mince couche d'huile qui mouille la surface solide au delà de ces mêmes extrémités, et qu'ainsi la surface de la figure doit venir lécher la couche dont il s'agit, d'où il suit que la ligne méridienne se termine précisément aux minima de distance à l'axe; or, nous le savons, l'onduloïde ainsi réalisé est stable, et on en tire cette conclusion rigoureuse que la limite de la stabilité n'est point en deçà des cercles de gorge des deux étranglements. Il faut maintenant démontrer qu'elle n'est pas non plus au delà.

Pour cela, reprenons la réalisation de notre onduloïde entre les deux petits disques (*ibid.*, § 10); laissons à la masse d'huile un excès suffisant pour que les derniers éléments de la ligne méridienne n'aient pas encore atteint le parallélisme réel ou apparent avec l'axe, mais n'en soient pas très-éloignés (fig. 1); cet onduloïde sera conséquemment stable. Poussons alors légèrement l'huile avec le bec de la petite seringue vers l'un des disques;

nous diminuerons ainsi ou nous effacerons entièrement la portion d'étranglement qui était du côté de ce disque, tandis que nous rendrons plus prononcée la portion d'étranglement aboutissant à l'autre disque. Or il est clair que les choses se passeront ici comme à l'égard du cylindre; c'est-à-dire que si la déformation artificielle ne dépasse pas un certain degré, la figure abandonnée à elle-même reprendra sa forme originaire, mais que, si l'on va au delà de ce degré, elle continuera spontanément à s'altérer dans le même sens, jusqu'à sa désunion complète. Il y a donc ici également, à ce degré précis de déformation, une figure d'équilibre instable (§ 6); et comme, pendant la déformation artificielle et la déformation spontanée subséquente, la figure d'huile se maintiendra toujours de révolution et que sa ligne méridienne présentera toujours au moins un point d'inflexion, la figure d'équilibre instable dont il s'agit est nécessairement un autre onduloïde.

Cet onduloïde instable, que, pour abréger le langage, nous appellerons l'*onduloïde conjugué,* sera, d'après ce qui précède, dissymétrique par rapport au milieu de l'intervalle des deux disques, c'est-à-dire aura son renflement plus rapproché de l'un de ces disques que de l'autre (fig. 2). Enfin ce même onduloïde s'écartera évidemment d'autant moins de l'onduloïde originaire que celui-ci était plus près de sa limite de stabilité, et, à cette limite, coïncidera exactement avec lui.

Maintenant remarquons que, d'après le mode de génération de la ligne méridienne de l'onduloïde par le foyer d'une ellipse roulante (10me série, § 21), cette ligne est nécessairement d'une symétrie parfaite des deux côtés d'un maximum de distance à l'axe, et qu'ainsi, dans un onduloïde indéfini, il y a symétrie rigoureuse des deux côtés de l'équateur d'un renflement. Il suit de là que si l'on comprend entre deux disques égaux un renflement d'onduloïde avec des portions des deux étranglements adjacents, et si ces portions dépassent l'une et l'autre leurs cercles de gorge respectifs (fig. 3), les deux disques sont rigoureusement à égale distance de la section équatoriale du renflement. Pour que cette section n'occupe pas le milieu précis de l'intervalle des disques, il faut évidemment que l'un des étranglements dépasse son cercle de gorge, et que l'autre n'atteigne pas le sien; c'est donc là le cas

de l'onduloïde conjugué (fig. 2); dans cet onduloïde, un seul des deux étranglements présente un cercle de gorge.

Ces principes établis, concevons un onduloïde de l'espèce considérée dans ce paragraphe, et précisément à sa limite de stabilité; imaginons-le mathématiquement parfait, en sorte qu'il se maintienne, et supposons que ses étranglements dépassent leurs cercles de gorge, de manière qu'il soit analogue à celui de la fig. 3. Ajoutons-y une très-petite quantité de liquide, ce qui en fera une figure stable, mais voisine de sa limite. Puisque nous sommes maîtres du volume ajouté, nous pouvons le prendre assez minime pour que l'onduloïde stable produit diffère aussi peu que nous le voudrons de l'onduloïde primitif, et conséquemment pour que l'onduloïde instable conjugué diffère lui-même aussi peu que nous le voudrons de cet onduloïde primitif; si donc celui-ci, c'est-à-dire l'onduloïde à sa limite de stabilité, s'étendait au delà des cercles de gorge de ses étranglements, nous pourrions toujours, par une addition de liquide suffisamment petite, arriver à un onduloïde conjugué dont les étranglements dépasseraient encore tous deux leurs cercles de gorge respectifs; or, d'après ce que j'ai démontré plus haut, cela est incompatible avec la nature de l'onduloïde conjugué. Notre onduloïde à sa limite de stabilité ne peut donc se terminer au delà des cercles de gorge de ses étranglements, et puisqu'il ne peut non plus, comme je l'ai fait voir au commencement de ce paragraphe, se terminer en deçà, il se termine bien réellement à ces cercles mêmes, ainsi que l'expérience me l'avait indiqué.

J'ajouterai que M. Lindelöf, à qui j'ai communiqué ce résultat, m'a dit y être arrivé de son côté par le calcul; l'expérience, le raisonnement et l'analyse s'accordent donc pour l'établir.

§ 21. Je puis actuellement exposer la méthode annoncée à la fin du § 7, par laquelle je parviens sans aucun calcul à la valeur exacte de la limite de stabilité du cylindre.

Il suit de la génération des lignes méridiennes que la portion de la ligne méridienne de l'onduloïde comprise entre un minimum de distance à l'axe et le minimum suivant, correspond à une révolution entière de l'ellipse roulante; donc l'onduloïde partiel engendré par cette portion, c'est-à-dire l'onduloïde à sa limite de stabilité, a une longueur égale à la périphérie de l'ellipse dont

il s'agit; or, quand cette ellipse devient un cercle, l'onduloïde devient un cylindre, et conséquemment celui-ci, à sa limite de stabilité, a une longueur égale à la circonférence du cercle roulant; mais cette circonférence est évidemment égale à celle du cylindre; donc le cylindre limite a une longueur égale à sa propre circonférence; donc enfin, dans un semblable cylindre, le rapport de la longueur au diamètre a pour valeur exacte la quantité π.

§ 22. J'ai déjà traité la question de la limite de stabilité du caténoïde : on a vu (10me série, § 28) qu'en conséquence d'un calcul de Goldschmidt, lorsque le caténoïde est à sa limite de stabilité, le rapport de l'écartement de ses bases à leur diamètre est égal à 0,6627, et que l'expérience, faite sur un caténoïde laminaire, a pleinement confirmé ce résultat (*ibid.*, § 29).

On a vu aussi (*ibid.*, § 28) que le caténoïde à sa limite de stabilité est défini par cette propriété simple, que les points extrêmes de sa chainette méridienne sont ceux dont les tangentes prolongées iraient également toucher la chainette méridienne opposée, ou, ce qui revient au même, se couperaient au centre de la figure.

On a vu encore (*ibid.*, § 31) que le caténoïde en question jouit de cette autre propriété simple, que son volume est la moitié de celui du cylindre de même base et de même hauteur, propriété que nous avons également vérifiée par l'expérience (*ibid.*, § 32).

Enfin ce même caténoïde possède une dernière propriété, celle d'être unique; nous savons, en effet (4me série, §§ 16 et 18 et 10me série, § 28), que, pour tout écartement des bases inférieur à l'écartement limite, il y a toujours deux caténoïdes possibles s'appuyant sur ces bases et pénétrant inégalement entre elles, caténoïdes qui diffèrent d'autant moins l'un de l'autre qu'on approche davantage de la limite, et dont le moins rentré est le seul stable.

Mais je dois revenir ici sur le fait si singulier auquel m'a conduit l'expérience (4me série, §§ 18 et 21), savoir que ce caténoïde, lorsqu'il est réalisé avec une masse pleine, se montre parfaitement stable, bien qu'il soit à sa limite de stabilité. J'ai expliqué alors cette apparente contradiction, en faisant voir que ce même caténoïde constitue le passage entre une suite continue

d'onduloïdes stables et une autre suite continue d'onduloïdes également stables. Cette explication, quoique vraie, laisse cependant encore quelque obscurité sur l'idée d'une figure à la fois très-stable et à sa limite de stabilité; je vais donc la rendre plus complète.

Ainsi que je l'ai fait remarquer dans le § 21 de la série citée, il peut arriver, dans certains cas, que la figure stable vers laquelle marche une figure instable qui se déforme spontanément, soit de plus en plus rapprochée de celle-ci à mesure qu'on diminue la distance des bases, et se confonde enfin avec cette figure instable pour une valeur déterminée de la distance en question, de manière qu'alors la figure est nécessairement stable; mais elle est réellement à sa limite de stabilité, en ce sens que si l'on essaie de la réaliser sur une portion plus étendue de sa ligne méridienne, elle ne se maintiendra pas. Seulement la nouvelle forme qu'elle prendra différera d'autant moins de la première que celle-ci dépassera moins la limite, en sorte que si l'on a été à peine au delà de cette limite, le changement de forme sera très-minime.

Tel est sans doute le cas du caténoïde; si, avec une masse pleine, on parvenait à en réaliser un dont la chaînette méridienne s'étendît au delà des points que j'ai définis plus haut, il constituerait le plus rentré des deux caténoïdes possibles entre les mêmes bases, et conséquemment il serait instable (4me série, §§ 16 et 18); et l'on peut conclure de la 4me et de la 5me expérience du § 20 de la 4me série encore, que sa déformation spontanée le convertirait en un nodoïde ou en un onduloïde, mais ce changement de forme serait d'autant plus petit que le caténoïde excéderait moins la limite en question; enfin, s'il est à cette limite même, il n'y aura pas de changement du tout, et la figure sera stable. Nous verrons ci-après un second exemple du même genre.

§ 23. Reste enfin, quant aux figures de révolution, la limite de stabilité du nodoïde. On se rappelle que mes procédés réalisent soit la portion engendrée par une partie ou par la totalité d'un nœud de la ligne méridienne (4me série, §§ 22 à 28), soit la portion engendrée par un arc de cette ligne tournant sa convexité vers l'extérieur (*ibid.*, § 31). Nous aurions donc à chercher la limite de la stabilité dans ces deux cas de la figure; mais ici, comme à

l'égard de l'onduloïde étranglé, on ne peut faire usage des principes théoriques que j'ai employés pour le cylindre et pour l'onduloïde renflé, et nous serons réduits à consulter l'expérience.

Dans le premier cas, c'est-à-dire dans celui de la figure engendrée par une portion du nœud, l'expérience nous a montré (4me série, § 25) la stabilité s'étendant au moins depuis la circonférence engendrée par le sommet du nœud jusqu'aux deux circonférences où les éléments sont perpendiculaires à l'axe de révolution; cependant il y a nécessairement une catégorie de nœuds pour lesquels la stabilité s'arrête en deçà des dernières circonférences ainsi caractérisées. En effet, concevons un nodoïde très-voisin du caténoïde (*ibid.*, § 37), et considérons en particulier l'un des nœuds de sa ligne méridienne; ce nœud sera, nous le savons, très-allongé, de sorte que les points où les tangentes sont perpendiculaires à l'axe de révolution se trouveront à une distance de celui-ci très-grande par rapport à celle du sommet du nœud et par rapport à l'intervalle compris entre eux. Si donc on pouvait réaliser entre deux disques la portion de figure engendrée par la partie d'un semblable nœud allant du sommet jusqu'aux points en question, ces disques seraient très-rapprochés relativement à leur rayon, et la figure étranglée pénétrerait fort avant dans leur intervalle. Mais, entre deux disques ainsi placés, mes procédés ne donnent jamais qu'un étranglement dont la ligne méridienne diffère peu d'une demi-circonférence, comme le montre la fig. 25 de la 4me série. Entre deux disques suffisamment rapprochés, il y a conséquemment deux figures étranglées théoriquement possibles, partant l'une et l'autre des bords des disques où leurs lignes méridiennes respectives ont leurs éléments couchés sur les rayons de ces disques, et pénétrant inégalement entre ces mêmes disques; or, comme la moins rentrée est toujours la seule qui se réalise, j'en conclus que la plus rentrée serait instable, c'est-à-dire que, pour celle-ci, la stabilité cesse en deçà des circonférences où les éléments sont perpendiculaires à l'axe.

D'après cela, on doit, me semble-t-il, admettre comme très-probable ce qui suit :

1° Dans la figure la moins rentrée, la limite de la stabilité est au delà des circonférences situées aux bords des disques, de sorte que, pour réaliser

cette figure jusque près de sa limite, il faudrait un procédé différent [1]. Dans la figure la plus rentrée, au contraire, la limite de la stabilité est en deçà des circonférences dont il s'agit.

2° A mesure que l'écartement des disques est plus grand, les deux figures se rapprochent l'une de l'autre, et il en est de même de leurs limites respectives de stabilité; enfin, pour une certaine valeur maxima de l'écartement, ces deux figures coïncident, ainsi que leurs limites de stabilité, qui se trouvent alors aux bords mêmes des disques. Je suis porté à croire que ce dernier cas est celui du nodoïde dont la ligne méridienne est engendrée par le roulement d'une hyperbole équilatère, et je pense, en outre, qu'au delà de l'écartement en question, il n'y a plus de nodoïde étranglé possible entre les mêmes disques.

Si ces conjectures, que je n'ai, du reste, soumises ni à l'expérience ni au calcul, sont vraies, le nodoïde étranglé aurait, dans un cas particulier simple, une limite de stabilité nettement définie.

§ 24. Dans le second cas de réalisation du nodoïde, c'est-à-dire dans celui où la figure est engendrée par un arc convexe vers l'extérieur, on a vu (4me série, § 31 et 5me série, § 15) qu'en rapprochant graduellement les deux disques, on atteint un point au delà duquel la figure, soit pleine soit laminaire, perd sa forme de révolution, la masse d'huile ou la lame se portant davantage d'un côté de l'axe du système; on a vu aussi qu'à la plus petite distance des disques où la figure conserve sa régularité, les éléments de l'arc méridien aux points où il aboutit aux deux disques, semblent être, ou à fort peu près, perpendiculaires à l'axe. On pourrait présumer d'après cela que la limite de stabilité du nodoïde renflé correspond au cas où les éléments extrêmes de l'arc méridien sont perpendiculaires à l'axe; mais j'ai cherché à décider la question par de nouvelles expériences.

On a d'abord mesuré exactement le diamètre des disques; il était, pour l'un, de 71^{mm},38, et, pour l'autre, de 71^{mm},82, moyenne 71^{mm},60. On a en-

[1] En résumant la 4me série dans les ANN. DE CHIM. ET DE PHYS. DE PARIS (3me série, t. LIII), j'ai dit, page 37, que la figure obtenue en formant d'abord, dans un anneau en fil de fer, une lentille liquide bi-convexe, puis perçant celle-ci en son milieu, est à sa limite de stabilité. Cette assertion est trop positive; du reste, la figure dont il s'agit persiste assez longtemps avant que l'altération spontanée se manifeste, pour qu'on puisse en conclure que si elle n'est pas à sa limite de stabilité, elle en est du moins voisine.

suite fait adhérer à l'ensemble de ces deux disques, au sein du liquide alcoolique, une masse d'huile suffisante, puis on a abaissé graduellement le disque supérieur, et on l'a arrêté au point au delà duquel la figure renflée commençait à perdre sa forme de révolution. Cela fait, on a mesuré au cathétomètre l'intervalle des deux disques, ou plutôt la distance comprise entre la face supérieure du disque supérieur et la face inférieure du disque inférieur, puisque c'était des bords de ces deux faces que partait la surface libre de la figure liquide; on a effectué cette opération de deux côtés opposés de l'axe, et l'on a trouvé les deux valeurs $63^{mm},95$ et $64^{mm},08$, moyenne $64^{mm},01$; enfin, en disposant le cathétomètre horizontalement, on a mesuré le diamètre équatorial de la figure, et l'on a obtenu $118^{mm},67$.

Or, en prenant comme données le diamètre des disques et le diamètre équatorial de la masse, M. Lamarle a bien voulu calculer pour moi, au moyen des fonctions elliptiques (10me série, § 23), la distance qui aurait dû exister entre les bords solides d'où partait la figure liquide pour qu'à ces bords les éléments fussent perpendiculaires à l'axe, et il a trouvé ainsi $51^{mm},9$, valeur qui n'est que les 0,8 environ de la distance mesurée $64^{mm},01$.

On a répété ensuite l'expérience avec une masse d'huile moindre. Ici la distance des disques était, en moyenne, $39^{mm},63$, et le diamètre équatorial de la figure $101^{mm},17$; la valeur de la distance des disques déduite du calcul, pour le cas de l'horizontalité réelle des éléments extrêmes, était $32^{mm},10$, qui constitue aussi les 0,8 de la valeur mesurée.

Il suit évidemment de ce constant désaccord entre l'expérience et le calcul, que, dans les figures ci-dessus, les éléments extrêmes de l'arc méridien faisaient encore, en réalité, un angle notable avec les prolongements des rayons des disques, et que si, au simple aspect de la figure, on pouvait croire cet angle nul, cela tenait à la grande difficulté d'une semblable appréciation.

On doit, je pense, conclure de là que, dans le nodoïde renflé, la limite de la stabilité est en deçà des circonférences où les éléments sont perpendiculaires à l'axe.

§ 25. Dans les expériences que je viens de décrire, quand, après avoir abaissé le disque supérieur jusqu'à la dernière limite où la figure liquide se maintient régulière, on abaisse encore ce même disque d'une quantité très-

petite, le transport latéral de la masse est aussi très-petit, et reste tel tant que le disque demeure dans la même position; il augmente par un abaissement ultérieur, et se montre d'autant plus prononcé que l'abaissement est plus grand.

Le nodoïde renflé nous offre donc un nouvel exemple d'une figure liquide permanente bien qu'étant à sa limite de stabilité, et le phénomène s'explique comme à l'égard du caténoïde plein (§ 22); c'est que la figure stable dans laquelle ce nodoïde se convertirait spontanément s'il était au delà de sa limite est d'autant plus rapprochée que le nodoïde est supposé plus près de cette limite, et coïncide enfin avec lui à la limite même.

Ajoutons une dernière remarque : lorsque le cylindre, l'onduloïde étranglé, l'onduloïde renflé, le caténoïde et le nodoïde étranglé atteignent ou dépassent leur limite de stabilité, et, par suite, s'altèrent spontanément, le phénomène s'accomplit sans que la figure liquide perde sa forme de révolution, et la figure stable résultante est encore de révolution autour du même axe; mais, ainsi qu'on vient de le voir, le nodoïde renflé fait exception : pendant sa déformation spontanée, la figure se montre dissymétrique, et elle demeure telle après l'achèvement du phénomène. Un autre exemple de dissymétrie s'était déjà présenté à nous dans la déformation spontanée d'un nœud de nodoïde réalisé en relief dans un anneau en fil de fer (4me série, § 27).

§ 26. Dans cette recherche des limites de stabilité des figures d'équilibre de révolution, nous avons toujours supposé la figure terminée à deux sections perpendiculaires à l'axe et égales en diamètre. Mais il est clair qu'on pourrait adopter d'autres terminaisons, et qu'alors les limites de stabilité seraient différentes : on pourrait, par exemple, prendre encore pour bases de la figure deux sections perpendiculaires à l'axe, mais leur donner, sauf dans le cas du cylindre, des diamètres inégaux. Dans ces conditions, on arrive, à l'égard du caténoïde, à un résultat remarquable : si l'on prend le cercle de gorge pour l'une des terminaisons, la figure n'a plus de limite de stabilité, c'est-à-dire que la seconde base peut être aussi loin de la première qu'on le veut, sans que la figure tende à s'altérer spontanément.

Pour le démontrer, concevons un onduloïde terminé d'un côté au cercle de gorge d'un étranglement, et, de l'autre côté, à l'équateur du renflement voisin; cet onduloïde sera très-stable, puisque, en conservant la première

base, il faudrait, pour atteindre la limite de stabilité, reculer la seconde jusqu'au cercle de gorge suivant (§ 20). Imaginons maintenant que la première base, savoir le cercle de gorge, demeurant constante, on fasse varier l'onduloïde en question de manière qu'il converge graduellement vers le caténoïde (4me série, § 19); notre seconde base, c'est-à-dire la section équatoriale du renflement, ira en croissant et en s'éloignant de la première, et la figure conservera évidemment sa stabilité; enfin, à la limite de ces variations, ou, en d'autres termes, quand la section dont il s'agit sera infiniment grande et infiniment éloignée, l'onduloïde, qui n'aura pu perdre sa stabilité, sera un demi-caténoïde s'étendant à l'infini à partir du cercle de gorge; si donc on prend où l'on veut, sur ce demi-caténoïde, une section perpendiculaire à l'axe, et qu'on en fasse la seconde base de la figure, cette figure sera toujours nécessairement stable.

Afin de vérifier cette déduction par l'expérience, j'ai pris, pour la seconde base, un anneau en fil de fer de 20 centimètres de diamètre, muni de trois pieds, et, pour le cercle de gorge, un autre anneau, dont le diamètre n'était que de 3,5 centimètres; celui-ci était porté par une fourche dont la queue était fixée sous un bras horizontal mobile le long d'une tige verticale. On a mouillé de liquide glycérique ce petit anneau, puis on a produit une lame du même liquide dans le grand, et l'on a posé ce dernier sur ses pieds, de façon que la lame fût horizontale; le support qui soutenait le petit anneau a été ensuite placé de manière que ce petit anneau fût audessus du grand et que les centres de tous deux fussent sur une même verticale; on a abaissé alors le petit anneau jusqu'à ce qu'il vint se mettre en contact avec la lame, puis on l'a soulevé graduellement. La lame, adhérant à la fois aux deux anneaux, a pris nécessairement la forme d'une portion de caténoïde, et l'on a pu ainsi arriver à rendre d'abord vertical l'élément de la chainette méridienne qui aboutissait au petit anneau, puis à le faire rentrer vers l'axe d'une manière visible, de sorte que la figure présentât un commencement d'étranglement; en d'autres termes, on a pu non-seulement atteindre le demi-caténoïde, mais même le dépasser un peu.

Ici, on le voit, le diamètre de la base égale à peu près 6 fois celui du cercle de gorge; or quand on réalise un caténoïde laminaire entre deux an-

neaux égaux dont on augmente l'écartement jusque très-près du point où la stabilité serait détruite, on reconnaît, à l'aspect de la figure, que le diamètre des bases n'est pas le double de celui du cercle de gorge. C'est aussi à quoi l'on arrive par le calcul (10me série, § 32).

§ 27. Les figures d'équilibre qui ne sont pas de révolution ont aussi, et pour la plupart sans nul doute, leurs limites respectives de stabilité. Seulement il faut, pour chacune d'elles, faire également une convention à l'égard du système solide dans lequel on la comprend.

Je citerai d'abord, comme exemple, celle des surfaces mentionnées dans le § 42 de la 10me série que j'ai réalisée à l'état laminaire, ainsi qu'on l'a vu (*ibid.*, § 43); on obtient une portion stable de cette surface dans le système solide que j'ai choisi, quand la hauteur de celui-ci est égale à sa largeur; mais il n'en est plus de même quand la hauteur est quadruple de la largeur.

Je citerai encore l'héliçoïde de M. Lamarle que j'ai réalisé avec de l'huile dans le liquide alcoolique (*ibid.*, § 38). Il était compris, on se le rappelle, entre des sections perpendiculaires à l'axe de la figure; or il montrait une stabilité bien décidée quand les sections solides étaient distantes d'un quart de spire; mais on ne parvenait plus à le former entre deux sections éloignées d'une demi-spire, ce qui indique qu'avec cette longueur il est instable.

Je suis porté à croire que l'héliçoïde gauche à plan directeur n'a pas de limite de stabilité, du moins lorsqu'il est compris, à l'état laminaire, dans un système solide composé d'une portion de l'axe et d'une hélice rattachée à celui-ci par des portions droites (*ibid.*, § 36); en effet, celui que j'ai réalisé avait deux spires complètes, et il était parfaitement stable.

Théorie générale de la stabilité des figures d'équilibre. — Stabilité des systèmes laminaires. — Stabilité dans des cas où la pesanteur intervient.

§ 28. Jusqu'ici je n'ai guère considéré la stabilité et l'instabilité des figures liquides que comme des faits révélés par l'expérience; si j'ai employé le calcul ou le raisonnement, c'est encore en partant des faits que

j'avais observés. Essayons maintenant de pénétrer plus avant dans l'essence même des phénomènes.

Concevons une figure d'équilibre liquide réalisée dans un système solide, et mathématiquement parfaite; alors la pression capillaire sera rigoureusement la même en tous les points de la couche superficielle, et la figure, quelle que soit son étendue, se maintiendra tant qu'une cause extérieure ne viendra point la troubler. Supposons qu'on lui imprime artificiellement une déformation très-petite; ainsi altérée, elle cessera en général d'être une figure d'équilibre, et dès lors les pressions respectivement correspondantes aux différents points de sa couche superficielle ne seront plus exactement égales; si donc on l'abandonne à elle-même, elle tendra à quitter ce nouvel état. Cela posé, deux cas sont également possibles : savoir que la figure tende à revenir à sa première forme, ou bien qu'elle tende à s'en éloigner davantage. Si le premier cas a lieu quelle que soit la nature de la petite déformation, la figure est stable; si, au contraire, le second cas se présente soit pour une petite déformation quelconque, soit pour une petite déformation d'une nature déterminée, la figure est instable.

Mais on peut envisager la stabilité et l'instabilité des figures liquides sous un autre point de vue, dont l'idée m'a été suggérée par un passage de l'un des mémoires de Beer, passage que je reproduis plus bas.

Ainsi que je l'ai déjà rappelé dans la série précédente, les géomètres ont admis, comme résultat de l'analyse, que les surfaces représentées par l'équation $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = C$, c'est-à-dire les surfaces dont la courbure moyenne est constante, sont aussi celles qui, renfermant un volume donné, ont une étendue minima. Mais s'il fallait accepter ce principe sans restriction, il s'ensuivrait que toute figure d'équilibre liquide partielle terminée à un système solide serait nécessairement stable, quelque portion qu'elle représentât de la figure complète à laquelle elle appartient : l'onduloïde, par exemple, conserverait toute sa stabilité avec un nombre quelconque de renflements et d'étranglements entre ses deux bases solides.

En effet, la couche superficielle de la masse étant réellement, on le sait aujourd'hui (8me série, §§ 6 à 15), dans un état de tension, elle fait constamment effort pour se resserrer; si donc, dans l'état d'équilibre, son étendue

était toujours un minimum, une déformation très-petite quelconque augmenterait cette étendue, et conséquemment la couche superficielle ferait effort pour reprendre ses dimensions premières et rétablir la forme d'équilibre. Aussi Beer cherche à modifier le principe énoncé par les géomètres : dans le second des deux mémoires qu'il a publiés sur mes expériences [1], il s'exprime de la manière suivante :

« Un liquide à l'état d'équilibre et soustrait à toute influence étrangère jouit de cette propriété que la variation de sa surface est toujours nulle....... cette surface est donc de la nature de celles qu'on nomme minimæ ou maximæ areæ; or à une surface maximæ areæ correspondra évidemment un équilibre instable, tandis qu'à une surface minimæ areæ correspondra un équilibre stable. »

Cependant, si l'on réfléchit, on se convaincra sans peine qu'une surface renfermant un volume donné ne saurait constituer un maximum d'une manière absolue, car on pourrait toujours trouver des modes de petite déformation qui l'augmenteraient : si l'on imagine, par exemple, que la figure se sillonne de cannelures telles que la somme de celles qui sont en creux par rapport à la surface primitive soit égale en volume à la somme de celles qui sont en relief, de façon que le volume total n'ait pas changé, il est clair que la surface aura reçu par là un accroissement notable, quelque ténues qu'on suppose les cannelures en question. C'est, sans doute, pour ce motif que les géomètres ont considéré les surfaces à courbure moyenne constante comme ayant toujours chacune un minimum d'étendue.

L'expérience vient d'ailleurs confirmer cette impossibilité d'un maximum absolu, et c'est elle, en outre, qui nous donnera la solution des difficultés ci-dessus :

Quand on a réalisé entre deux disques, dans le liquide alcoolique, un cylindre d'huile dépassant très-peu sa limite de stabilité, si, avant que la déformation spontanée ait commencé à se montrer, on pousse légèrement le cylindre en son milieu à l'aide d'une spatule recouverte d'étoffe, de manière à fléchir la figure d'une certaine quantité, puis qu'on enlève la spatule, on

[1] Voir la troisième note du § 8.

voit la figure revenir d'elle-même à la forme cylindrique, plus ou moins altérée par la naissance du renflement et de l'étranglement; d'où il faut conclure qu'un cylindre dépassant sa limite de stabilité est néanmoins stable encore par rapport aux déformations qui le fléchiraient. Il résulte de là que la surface d'une figure d'équilibre liquide qui dépasse sa limite de stabilité, est encore minimæ areæ par rapport à certaines déformations, tandis qu'elle est maximæ areæ par rapport à d'autres.

L'expérience montre, de plus, qu'une figure d'équilibre liquide donnée comprise dans un système solide donné, et dépassant sa limite de stabilité, s'altère toujours identiquement de la même manière : le cylindre, par exemple, terminé à deux disques solides, se fractionne toujours en portions renflées alternant avec des portions étranglées, et, quand aucune cause perturbatrice n'intervient, les longueurs respectives des renflements et des étranglements, à une époque quelconque du phénomène, sont toujours les mêmes dans les mêmes conditions de l'expérience; dans l'onduloïde renflé et compris entre deux disques égaux, le renflement marche toujours vers l'une des bases, de façon que l'un des deux étranglements s'efface par degrés, tandis que l'autre s'approfondit jusqu'à sa désunion; etc.

Or ces faits paraissent conduire à une seconde conséquence, savoir qu'au delà de la limite de stabilité, ou bien la surface n'est maximæ areæ que par rapport à un seul mode de déformation, ou bien, si elle est maximæ areæ par rapport à plusieurs, il existe certaines conditions qui déterminent le choix de la masse parmi ceux-ci, de façon qu'une seule déformation est susceptible de progresser.

§ 29. Pour rendre plus évidentes encore les déductions qui précèdent, je vais étudier le cylindre au point de vue des variations que subit l'étendue de sa surface quand on altère un peu la forme de celle-ci, sans changer le volume qu'elle renferme; cette figure, en effet, se prête sans trop de peine à un semblable examen.

Concevons un cylindre liquide d'une longueur quelconque par rapport à son diamètre et terminé à deux bases solides, et imaginons qu'on lui imprime une déformation finie, mais très-petite, astreinte à la seule condition que les aires de toutes les sections planes parallèles aux bases solides soient de-

meurées les mêmes que dans le cylindre. Une telle déformation est admissible, car elle n'altère pas le volume de la masse; figurons-nous, en effet, deux de ces sections infiniment rapprochées; le volume de la tranche liquide qu'elles comprennent sera égal au produit de l'aire de l'une d'elles par la distance qui les sépare, et puisque cette aire est égale à celle d'une section circulaire du cylindre, le volume en question sera égal à celui d'une tranche de même épaisseur appartenant au cylindre; enfin le volume total de la figure étant la somme des volumes de toutes les tranches obtenues en coupant cette figure par un nombre infini de plans infiniment rapprochés et parallèles aux bases, et le nombre de ces tranches étant le même avant et après la déformation, celle-ci, comme je l'ai avancé, n'apporte aucune modification au volume total dont il s'agit.

Considérons actuellement, dans la figure déformée, l'une des tranches ci-dessus. Si les sections qui la comprennent ne sont pas circulaires, leurs périmètres seront plus grands que celui des sections du cylindre, puisque de toutes les courbes planes qui renferment la même aire, la circonférence de cercle est la plus courte; la petite zone superficielle qui unit ces périmètres et qui fait partie de la surface libre de la figure, sera donc, pour cette raison et, en outre, parce qu'elle se compose en général d'éléments obliques aux plans des deux sections, plus grande que la petite zone appartenant à une tranche du cylindre. Si les deux sections sont circulaires, elles seront, par la condition assignée aux aires, identiques à celles du cylindre, mais leurs centres ne seront pas en général exactement en regard l'un de l'autre, de sorte que la petite zone qui unit les deux périmètres se composera aussi d'éléments obliques, et sera encore conséquemment plus grande que celle d'une tranche du cylindre. D'après cela, comme le nombre des tranches est le même dans la figure déformée et dans le cylindre, la somme des surfaces des petites zones de la première l'emportera sur la somme de celles des petites zones du second; donc enfin, ce qui est la même chose, la surface libre de la figure déformée sera plus étendue que celle du cylindre.

Ainsi, de quelque nature que soit la petite déformation, si elle est telle que les aires des sections parallèles aux bases n'aient pas changé, elle augmente l'étendue de la surface libre de la masse; en d'autres termes, la surface du

cylindre est un minimum par rapport à toutes les petites déformations de cette espèce.

Parmi ces mêmes déformations se trouve évidemment celle qui consiste en une simple flexion, et nous avons vu, en effet, qu'un cylindre liquide légèrement fléchi revient spontanément à la forme de révolution.

§ 30. Supposons maintenant une petite déformation qui change les aires des sections parallèles aux bases. Alors, puisque le volume total, ou la somme des volumes de toutes les tranches, est invariable, il faut nécessairement que, parmi les sections, les unes aient des aires plus grandes et les autres des aires plus petites que l'aire d'une section du cylindre; il faut conséquemment que la figure ait des portions renflées et des portions amincies. Voyons donc si, dans cet état, la surface de la figure doit encore excéder celle du cylindre, ou si elle peut être moindre.

Afin de rendre la question accessible au calcul, imaginons que la figure déformée soit elle-même de révolution, et qu'elle ait pour ligne méridienne une sinusoïde. Comme la déformation doit être supposée finie, bien que très-petite, on comprend que l'axe de cette sinusoïde ne pourra coïncider avec la génératrice du cylindre : pour que le volume soit demeuré le même, les renflements devront saillir moins en dehors de la surface cylindrique primitive que les étranglements ne s'enfoncent au-dessous d'elle; l'axe de la courbe sera donc un peu plus rapproché de l'axe de révolution que la génératrice du cylindre; nous désignerons par μ la petite différence de ces deux distances. Alors, en prenant pour axe des abscisses l'axe de révolution, et en plaçant l'origine au pied de l'ordonnée de l'un des points où la sinusoïde coupe son axe et où commence un arc convexe, si l est la longueur des cordes des arcs, β la flèche de ces mêmes arcs, et r le rayon du cylindre originaire, on trouvera aisément que l'équation de notre sinusoïde est :

$$y = r - \mu + \beta \sin \frac{\pi}{l} x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [1].$$

Cherchons d'abord la relation entre μ et β nécessaire pour que le volume n'ait pas changé. Notre figure liquide étant terminée à deux disques solides, supposons que du premier de ces disques parte un renflement, et que sur

le second s'appuie un étranglement; nous pourrons alors partager, par des sections de même diamètre que les disques, la figure en un nombre entier de parties égales contenant chacune une portion renflée et une portion étranglée; seulement, par suite de la non coïncidence entre l'axe de la sinusoïde et la génératrice du cylindre, on comprend que, dans chacun des couples ainsi formés, la portion renflée ne constitue pas un renflement complet, et qu'à l'extrémité de la portion étranglée s'ajoute le commencement du renflement qui la suit. Or tous ces couples étant égaux, et la somme de leurs volumes représentant le volume total de la masse, il s'ensuit que le volume de chacun d'eux est égal à celui de la portion du cylindre primitivement comprise entre les mêmes sections; il suffira donc, pour établir que le volume total n'a pas changé, de chercher l'expression du volume d'un couple, et de l'égaler à celle du volume de la portion correspondante du cylindre.

Mais on peut substituer au couple en question un autre couple terminé par deux sections ayant pour rayon la distance $r-\mu$ de l'axe de la sinusoïde à l'axe de révolution, sections dont la première passe par le point où naît un arc convexe, et dont la seconde passe par celui où finit l'arc concave suivant; on voit, en effet, qu'en agissant ainsi, on ajoute une petite portion à la première extrémité du couple considéré d'abord, mais qu'on retranche à l'autre extrémité une portion identique. Ce nouveau couple se composera ainsi exactement d'un renflement complet et d'un étranglement complet, et se prêtera sans difficulté au calcul.

L'expression générale du volume d'un corps de révolution terminé à deux sections perpendiculaires à l'axe, est, comme on sait, $\pi\int y^2dx$. Pour l'appliquer à notre couple, il suffira d'y remplacer y par la valeur que donne l'équation [1]; on a de cette manière :

$$\pi\int y^2dx=\pi\int\left(r-\mu+\beta\sin\frac{\pi}{l}x\right)^2dx=\pi\left\{\left[(r-\mu)^2+\frac{\beta^2}{2}\right]x-\frac{2\beta l}{\pi}(r-\mu)\cos\frac{\pi}{l}x-\frac{\beta^2 l}{4\pi}\sin\frac{2\pi}{l}x\right\}+C.$$

Prenons maintenant cette intégrale entre les limites du couple en question, c'est-à-dire de $x=o$ à $x=2l$; nous obtiendrons

$$2\pi l\left\{(r-\mu)^2+\frac{\beta^2}{2}\right\}=2\pi r^2 l+\pi l(2\mu^2-4r\mu+\beta^2).$$

Telle est donc l'expression du volume du couple; or celui de la portion de même longueur $2l$ prise dans le cylindre est $2\pi r^2 l$; pour que ces deux volumes soient égaux, il faut conséquemment que l'on ait

$$2\mu^2 - 4r\mu + \beta^2 = 0.$$

Résolvant par rapport à μ, il vient :

$$\mu = r \pm \sqrt{r^2 - \frac{\beta^2}{2}}.$$

Observant que, comme μ doit être très-petit, il faut prendre le radical avec le signe —, développant ce radical, et négligeant les puissances de β supérieures à la deuxième à cause de la petitesse de cette quantité, on a enfin :

$$\mu = \frac{\beta^2}{4r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad [2].$$

C'est la relation cherchée [1] entre μ et β.

Passons à la surface. Celle-ci est, comme on le sait encore, représentée d'une manière générale, dans le cas des corps de révolution, par $2\pi\int yds = 2\pi\int y\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx$; or y est donné par l'équation [1], équation d'où l'on déduit aussi $\frac{dy}{dx} = \frac{\beta\pi}{l}\cos\frac{\pi}{l}x$. On aura donc :

$$2\pi\int yds = 2\pi\int\left(r - \mu + \beta\sin\frac{\pi}{l}x\right)\sqrt{1 + \frac{\beta^2\pi^2}{l^2}\cos^2\frac{\pi}{l}x}\,dx.$$

Mais, à cause de la petitesse de β, on peut développer le radical et se borner aux deux premiers termes de la série; avec cette simplification, on trouve :

$$2\pi\int yds = 2\pi\int\left(r - \mu + \beta\sin\frac{\pi}{l}x\right)\left(1 + \frac{\beta^2\pi^2}{2l^2}\cos^2\frac{\pi}{l}x\right)dx.$$

[1] Cette relation montre que si l'on suppose la déformation, et, par suite, la flèche infiniment petite, comme nous l'avons fait dans le calcul du § 16, la quantité μ, c'est-à-dire l'intervalle entre l'axe de la sinusoïde et la génératrice du cylindre, est du deuxième ordre, et conséquemment disparaît devant β; c'est pourquoi, dans le calcul que nous venons de citer, nous avons fait coïncider les deux droites dont il s'agit.



Effectuant la multiplication, négligeant le terme en β^3 et intégrant, on a :

$$2\pi\int^x y ds = 2\pi\left\{(r-\mu)\left(1+\frac{\beta^2\pi^2}{4l^2}\right)x - \frac{\beta l}{\pi}\cos\frac{\pi}{l}x + \frac{\beta^2\pi}{8l}(r-\mu)\sin\frac{2\pi}{l}x + C\right\}.$$

Prenant aussi cette intégrale entre les limites $x=o$ et $x=2l$, on obtient :

$$2\pi\int_0^{2l} y ds = 4\pi l(r-\mu)\left(1+\frac{\beta^2\pi^2}{4l^2}\right),$$

expression dans laquelle il faut introduire la condition [2] relative au volume; faisant donc $\mu=\frac{\beta^2}{4r}$, et négligeant le terme en β^4, il vient enfin, pour la valeur de la surface de notre couple,

$$4\pi rl + \pi\beta^2\left\{\frac{\pi^2 r}{l} - \frac{l}{r}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [3].$$

Or la surface de la portion de même longueur prise dans le cylindre est $4\pi rl$; la surface de notre couple sera donc plus grande ou plus petite que celle de la portion de cylindre, suivant qu'on aura

$$\frac{l}{r} < \frac{\pi^2 r}{l} \text{ ou } \frac{l}{r} > \frac{\pi^2 r}{l},$$

inégalités d'où l'on tire les suivantes :

$$2l < 2\pi r \text{ ou } 2l > 2\pi r.$$

Mais $2l$ est la longueur du couple, et $2\pi r$ la circonférence du cylindre; si donc la longueur du couple excède la circonférence du cylindre, la surface de ce couple sera moindre que la portion de cylindre ayant même longueur; or la surface de notre couple étant égale à celle du couple primitivement considéré, et la figure déformée entière se composant de couples identiques à ce dernier, il s'ensuit que, dans la condition ci-dessus, la surface libre totale de la figure déformée sera moindre que la surface libre totale du cylindre.

§ 31. Ainsi, quand le cylindre est suffisamment long par rapport à son diamètre, sa surface est un maximum à l'égard de la petite altération qui partagerait la figure en portions alternativement renflées et étranglées, de



forme et de longueur convenables; or nous savons que tel est, en effet, le mode de transformation spontanée d'un cylindre liquide instable; la théorie et l'expérience se vérifient donc encore mutuellement.

A la vérité, nous ne sommes pas certains qu'au commencement de la transformation d'un cylindre liquide dépassant sa limite de stabilité, la ligne méridienne de la figure soit rigoureusement une sinusoïde; mais cette condition n'est pas indispensable : quand la dernière inégalité du paragraphe précédent existe, la surface totale de la figure a diminué d'une quantité finie, bien que très-petite, et dès lors on peut évidemment, sans annuler tout à fait la différence ou la faire passer en sens contraire, modifier jusqu'à un certain point la ligne méridienne de façon qu'elle ne constitue plus une sinusoïde exacte.

En outre, on peut, sans que l'inégalité en question cesse d'avoir lieu, attribuer au couple toutes les longueurs supérieures à la circonférence du cylindre, pourvu qu'elles soient en même temps des parties aliquotes de la distance des deux bases; par conséquent, lorsque le cylindre dépasse suffisamment sa limite de stabilité, si, d'une part, il y a (§ 29) une infinité de petites déformations à l'égard desquelles sa surface est encore un minimum, il y a, d'autre part, plusieurs petites déformations à l'égard desquelles cette surface est un maximum.

§ 32. Supposons actuellement la longueur du cylindre assez peu considérable pour que la transformation spontanée ne donne lieu qu'à un seul couple, c'est-à-dire ne partage la figure entière qu'en une seule portion renflée et une seule portion étranglée. Dans ce cas, $2l$ représentera la longueur totale du cylindre; si donc cette longueur l'emporte sur la circonférence, la surface du cylindre sera un maximum à l'égard de la petite déformation, et cette déformation progressera. Si, au contraire, la longueur du cylindre est moindre que sa circonférence, la surface de ce cylindre sera un minimum à l'égard de la petite déformation, et celle-ci devra s'effacer d'elle-même. Enfin si le cylindre a une longueur égale à sa circonférence, la déformation, pourvu qu'on la suppose extrêmement peu prononcée, n'altérera pas l'étendue de la surface, et conséquemment n'aura aucune tendance à progresser ou à s'effacer; or nous savons, en effet (§§ 7 et 21), qu'un cylindre liquide dont la

longueur est égale à la circonférence est précisément à sa limite de stabilité, et de ce qu'en deçà de cette longueur il est stable, nous devons conclure qu'alors sa surface est un minimum à l'égard de toute espèce de déformation très-petite.

§ 33. La discussion contenue dans les paragraphes précédents établit donc, relativement au cylindre liquide, les principes suivants :

1° Quelque grand que soit l'intervalle des bases solides par rapport à leur diamètre, la surface du cylindre compris entre elles est toujours minimæ areæ à l'égard de certaines petites déformations.

2° Pour tout intervalle des bases excédant leur circonférence, la surface du cylindre, quoique minimæ areæ à l'égard des petites déformations ci-dessus, est, au contraire, maximæ areæ à l'égard de certaines autres petites déformations, parmi lesquelles est celle qui progresse d'après l'expérience.

3° Pour tout intervalle des bases moindre que leur circonférence, la surface du cylindre est minimæ areæ d'une manière complète, c'est-à-dire à l'égard de toute espèce de petite déformation.

L'analogie des phénomènes observés permet évidemment d'étendre ces principes aux autres figures d'équilibre, et nous en déduirons cette conclusion générale :

Lorsqu'une figure d'équilibre a une limite de stabilité, c'est seulement en deçà de cette limite que sa surface est minimæ areæ d'une manière complète, c'est-à-dire qu'elle est moindre que toutes les surfaces voisines comprenant le même volume et terminées au même système solide; au delà de la limite dont il s'agit, la surface de la figure est encore minimæ areæ à l'égard de certaines déformations, mais elle est maximæ areæ par rapport à une autre au moins, que les forces moléculaires font progresser.

C'est donc dans ce sens qu'il faut restreindre, comme je l'ai annoncé dans le § 20 de la 10me série, le principe admis par la généralité des géomètres relativement aux surfaces dont la courbure moyenne est constante : la plupart de ces surfaces ne sont complétement minimæ areæ qu'entre certaines limites, au delà desquelles elles sont minimæ areæ à l'égard de certaines variations, et maximæ areæ à l'égard d'autres variations.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer que si, dans le calcul du § 30

et dans ce qui suit, j'ai supposé la déformation finie quoique extrêmement peu prononcée, c'est que je raisonnais au point de vue physique, c'est-à-dire à celui des figures liquides réalisées; mais il est clair qu'au point de vue purement mathématique, rien n'empêche de supposer la déformation infiniment petite, et qu'on arriverait encore aux mêmes conclusions; seulement, dans le cas du cylindre, la ligne méridienne de la figure altérée devrait alors être une sinusoïde exacte, ce qui est indifférent pour la théorie, et le terme $\pi\beta^2 \left\{ \frac{\pi^2 r}{l} - \frac{l}{r} \right\}$ de l'expression [3] du paragraphe cité représenterait la variation seconde de la surface.

§ 34. Si donc on voulait traiter a priori, et uniquement par le calcul, la question des limites de stabilité des figures d'équilibre liquides, le problème consisterait à chercher, pour chacune des surfaces représentées par l'équation $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = C$, les limites entre lesquelles elle est minimæ areæ d'une manière complète, c'est-à-dire moindre que toute autre surface voisine comprenant le même volume et ayant les mêmes terminaisons; ces terminaisons devraient d'ailleurs être caractérisées d'avance d'une manière suffisante. Si le calcul est praticable, on aura ainsi une méthode générale pour la détermination des limites de stabilité dont il s'agit.

Cette recherche ne me paraît pas dénuée d'intérêt, même au point de vue purement mathématique; elle présenterait probablement des difficultés très-grandes, et je laisse aux géomètres le soin de l'essayer. On a vu, dans cette série, qu'en s'aidant à la fois de l'expérience et de la théorie, la question se résout nettement et d'une manière simple dans plusieurs cas, au moyen de méthodes particulières.

Ajoutons qu'il est facile de se rendre raison maintenant de la stabilité de la sphère (§ 1); on sait, en effet, que la surface de ce corps est, d'une manière absolue, la plus petite surface possible qui puisse envelopper un volume donné. Quant au plan, sa stabilité est, ainsi que je l'ai montré (§ 2), une conséquence nécessaire de celle de la sphère.

§ 35. Un point reste à examiner. On a vu (§ 31) que la surface d'un cylindre liquide suffisamment long par rapport à son diamètre, est maximæ areæ à l'égard de plusieurs petites déformations, et l'analogie permet de penser que la même chose a lieu pour d'autres figures d'équilibre; en outre, nous

savons qu'une figure d'équilibre quelconque excédant sa limite de stabilité éprouve toujours la même déformation spontanée dans les mêmes circonstances expérimentales; il faut donc reconnaitre, tout au moins dans le cylindre, l'existence d'une condition théorique qui détermine le choix de la masse parmi toutes les déformations qui diminueraient sa surface.

On serait tenté de croire, au premier abord, que puisque la surface tend incessamment à décroître, les forces moléculaires choisissent la déformation qui rend ce décroissement le plus grand possible. Mais il n'en est pas ainsi; en effet, la déformation qui produirait le plus grand décroissement de la surface doit être unique pour une figure donnée; or, dans la transformation spontanée du cylindre, la longueur des couples varie (§ 15), pour un même diamètre et une même distance des bases, avec le plus ou moins de viscosité du liquide et les autres résistances. D'ailleurs l'expression [3] du § 30 montre qu'au commencement de la transformation, la plus grande diminution de la surface correspondrait au cas où la valeur de l serait la plus grande possible, et conséquemment à celui où, quel que fût l'écartement des bases relativement à leur diamètre, il ne se formerait entre elles qu'un seul renflement et un seul étranglement; et l'on ne peut objecter que cela tient à la nature de la courbe que j'ai prise pour ligne méridienne, et qui n'est peut-être pas la véritable; j'ai effectué un calcul analogue à celui du § 30 sur deux autres lignes, savoir, en premier lieu, sur une ligne brisée qui engendrerait une suite de cônes tronqués égaux réunis alternativement par leurs grandes et par leurs petites bases, et, en second lieu, sur une ligne composée d'arcs de cercle égaux alternativement convexes et concaves vers l'extérieur, c'est-à-dire sur la ligne méridienne supposée par M. Hagen (§ 4); or, dans les deux cas, j'ai trouvé encore que la plus grande diminution correspondait à la plus grande longueur de chaque portion renflée ou étranglée; il est donc bien probable que ce résultat est général, et qu'ainsi il a lieu pour la véritable ligne méridienne.

§ 36. La condition qui fixe le choix entre toutes les petites déformations d'où résulterait une diminution de la surface, doit, par conséquent, être cherchée ailleurs, et l'on y arrive, je pense, par les considérations suivantes :

Lorsque, par une cause quelconque, une masse liquide soumise aux seules

actions moléculaires ne constitue pas une figure d'équilibre, et qu'ainsi les pressions correspondantes aux différents points de sa surface sont inégales, elle tend nécessairement à égaliser ces pressions, et alors le liquide est chassé incessamment des points de plus forte pression vers ceux de moindre pression, jusqu'à ce que les inégalités aient complétement disparu. La figure se modifie donc de telle manière qu'à chaque instant les pressions soient aussi peu différentes que le permettent les conditions du phénomène; en d'autres termes, à chaque instant de celui-ci, la forme de la masse a toujours le plus d'analogie possible avec une forme d'équilibre.

Maintenant supposons une figure liquide dépassant sa limite de stabilité et réalisée entre des terminaisons solides. Elle aura nécessairement une foule de petites irrégularités imperceptibles à l'œil, et provenant à la fois du procédé même de sa formation, quel qu'il soit, des petits mouvements inséparables de ce procédé, etc., de sorte qu'elle ne constituera une figure d'équilibre qu'en apparence, et se trouvera, en réalité, dans le cas ci-dessus. Or, parmi ces irrégularités, les unes seront telles que, si elles existaient seules, elles augmenteraient la surface, et d'autres seront telles qu'elles la diminueraient; conséquemment les premières tendront à s'effacer, et les secondes, au contraire, tendront à progresser; mais, en vertu de ce qui précède, les forces moléculaires choisiront parmi ces dernières celles qui permettront à la masse modifiée de s'écarter le moins possible d'une autre figure d'équilibre, et les feront progresser en les régularisant.

On peut encore exprimer ce principe autrement : puisque les forces qui produisent la transformation sont les différences de pression, on peut dire que le phénomène se dispose de manière à s'accomplir avec la moindre dépense possible de force.

§ 37. Appliquons ces considérations au cylindre. Supposons un cylindre liquide d'une longueur considérable relativement au diamètre, réalisé par un moyen quelconque entre deux bases solides. Nous avons vu (§§ 30 et 31) qu'une irrégularité consistant dans le partage de la figure en portions alternativement plus épaisses et plus minces, pouvait diminuer la surface; d'un autre côté, la figure d'équilibre la plus voisine du cylindre est l'onduloïde, qui se compose de portions alternativement renflées et étranglées; si donc

notre principe est vrai, les forces moléculaires choisiront, parmi toutes les petites irrégularités du cylindre, les amincissements suffisamment espacés, elles les régulariseront, en les prononçant de plus en plus, et elles disposeront la figure de manière à l'approcher le plus possible d'un onduloïde. D'après cela, si le liquide était complétement exempt de viscosité, et qu'il y eût en même temps absence de résistances extérieures, de manière que la transformation pût s'effectuer avec une entière liberté, enfin si la distance des bases était un multiple exact de leur circonférence, le phénomène marcherait comme s'il avait pour origine un onduloïde infiniment peu différent du cylindre.

Or j'étais déjà arrivé (§ 15) à ce dernier résultat, en m'appuyant sur l'expérience et sur des raisonnements d'une autre nature; deux méthodes essentiellement différentes concourent donc à l'établir, et dès lors le principe exposé dans le paragraphe précédent, principe à peu près évident en lui-même et dont le résultat en question découle immédiatement, peut, je pense, être regardé comme suffisamment démontré.

§ 38. Si l'intervalle des bases solides n'est pas un multiple exact de leur circonférence, de sorte que les couples ne puissent prendre la longueur qui convient à l'onduloïde, c'est-à-dire leur longueur minima, ou bien s'il s'agit d'un liquide réel, auquel cas il y a des résistances, les couples seront plus allongés, nous le savons; mais, toujours en vertu de notre principe, la figure, à l'origine de la transformation, approchera autant que possible d'un onduloïde, et l'on peut admettre qu'elle sera ce que deviendrait un onduloïde si celui-ci était simplement étiré dans le sens de sa longueur. S'il en est effectivement ainsi, la ligne méridienne originaire sera encore une sinusoïde, comme nous l'avons supposé.

Disons ici que, dans son second mémoire [1], Beer essaie d'établir une théorie de la transformation des cylindres; mais il se base sur un raisonnement inexact, et arrive, par suite, à des résultats qui ne sont pas d'accord avec ceux de l'expérience; aussi a-t-il reconnu lui-même son erreur [2].

[1] Voir la troisième note du § 8.

[2] *Ueber die Transformation des flüssigen Cylinders* (Ann. de M. Poggendorff, vol. CII, p. 320).

§ 39. Si j'ai étudié, dans cette série, avec tant de détail les principes relatifs à la stabilité du cylindre, c'est à cause de leur importance pour la théorie de la veine liquide. En exposant cette théorie dans la 2me série, je suis parti simplement des faits que m'avait révélés l'expérience; nous savons maintenant que ces faits sont nécessaires, et nous en connaissons les causes : nous savons qu'au delà d'un certain rapport entre la longueur et le diamètre, un cylindre liquide ne peut plus être stable, parce que le mode de déformation qui le partage en portions alternativement renflées et étranglées de longueur suffisante, amène une diminution de sa surface; nous savons, en outre, que sa limite précise de stabilité est la quantité π, c'est-à-dire qu'à cette limite, sa longueur est exactement égale à sa circonférence.

Les faits sur lesquels je me suis appuyé (2me série, §§ 47 à 55, et 7me série, § 32) pour établir expérimentalement l'instabilité et le mode de transformation des cylindres liquides de grande longueur, ou, plus généralement, des figures liquides dont une dimension est considérable relativement aux deux autres, sont, on se le rappelle : la transformation d'une veine d'huile s'écoulant sous une charge faible dans un liquide alcoolique un peu moins dense que l'huile; celle de cylindres de mercure de petits diamètres réalisés par un procédé particulier, et reposant sur une plaque de verre; celle de l'anneau liquide qui se produit lors de la rupture d'une lame mince d'huile occupant un anneau en fil de fer au sein du liquide alcoolique; enfin celle d'un fil de métal fondu par une décharge électrique. A ces faits j'ajouterai maintenant une expérience de mon fils [1], expérience qui, dans sa meilleure disposition, s'effectue de la manière suivante :

Un fil de coton, de 20 à 25 centimètres de longueur, est tendu entre les deux extrémités d'un arc en bois, dont il forme la corde; on remplit d'huile un grand plat, et l'on y fait plonger le fil, qui doit avoir été préalablement bien imprégné du même liquide, puis on le retire avec une vitesse convenable, en le maintenant dans une position horizontale. Au moment où il sort de l'huile, celle-ci constitue autour de lui une enveloppe sensiblement cylindrique de petit diamètre, laquelle se transforme aussitôt, d'une manière à fort

[1] *Sur la transformation d'un cylindre liquide en sphères isolées* (Bullet. de l'Acad., 1867, 2me série, t. XXIV, p. 21).

peu près régulière, en un grand nombre de petites masses séparées les unes des autres et traversées par le fil comme des perles; si le fil a 25 centimètres de longueur, on y compte près de cent de ces perles. Je n'ai pas besoin de faire remarquer que les perles liquides dont il s'agit ne sont pas sphériques : l'action du fil les allonge un peu, et en fait de petits onduloïdes renflés.

Je ne puis résister au désir d'exposer ici un procédé ingénieux qui m'a été suggéré par M. Donny, pour réaliser avec une grande régularité, dans le liquide alcoolique, un cylindre d'huile très-long par rapport à son diamètre, et en observer la transformation.

Au centre du fond d'un vase cylindrique en verre de 7 à 8 centimètres de diamètre et de 60 de hauteur, est mastiqué un petit disque en fer d'un centimètre de diamètre et de quelques millimètres d'épaisseur; un tube en verre ou en fer d'un centimètre de diamètre intérieur occupe l'axe de ce vase, et embrasse à frottement doux, par son extrémité inférieure, le petit disque ci-dessus; ce tube dépasse le haut du vase, et contient un piston dont la tige, d'une longueur suffisante, est attachée par son extrémité supérieure à un support fixe; le piston ainsi maintenu est à un centimètre ou deux plus bas que l'orifice du vase; il ne peut ni monter ni descendre, mais pour lui faire parcourir la longueur du tube, il suffit, on le voit, de donner à celui-ci un mouvement ascensionnel; ce mouvement est guidé par des pièces convenables, de façon à s'effectuer sans oscillations; enfin, le tube étant descendu, concevons qu'il soit rempli d'huile jusqu'au piston, et que le vase soit plein de liquide alcoolique.

Les choses étant ainsi disposées, faisons monter le tube avec une rapidité que des essais préalables auront déterminée; l'huile que le piston empêche complétement de s'élever, demeurera tout entière dans le liquide ambiant, où elle devra constituer un cylindre régulier s'étendant du petit disque de fer à l'extrémité inférieure du tube, et ayant en longueur au moins cinquante fois son diamètre. Ce cylindre commencera aussitôt à se transformer, et le phénomène devra s'accomplir avec une grande régularité.

Je n'ai pas essayé ce procédé, mais la réussite m'en parait très-probable; la seule difficulté réelle consisterait, je pense, dans l'égalisation des deux densités, car, avec une hauteur aussi grande, une différence extrêmement faible

entre ces densités pourrait altérer la régularité de la figure d'huile dès l'origine même de la transformation.

Comme je l'ai fait remarquer au § 62 de la 2me série, si l'on peut étirer le verre en fils déliés sans qu'ils se convertissent en petites masses isolées, c'est qu'on n'élève pas assez la température de la substance pour amener celle-ci à l'état liquide : elle est simplement rendue sirupeuse, ce qui introduit déjà une grande résistance à la transformation, et, en outre, à mesure que le fil se forme, il est solidifié par le froid de l'air ambiant. De même si l'araignée et le ver à soie produisent leurs fils, c'est que, sans doute, la matière émise par leurs filières possède originairement une assez forte viscosité, et que, par suite de l'extrême ténuité de ces fils, la matière dont il s'agit est coagulée au moment de sa sortie.

§ 40. Passons à d'autres points qui ont un rapport direct avec notre sujet. Les assemblages de lames liquides, assemblages que j'ai étudiés surtout dans ma 6me série, présentent aussi, au point de vue de la stabilité, des phénomènes remarquables. J'ai énoncé, dans le § 19 de ma 5me série, les lois qui régissent ces assemblages, et dont les deux principales sont :

1° A une même arête liquide n'aboutissent jamais que trois lames, et celles-ci font entre elles, à cette arête, des angles égaux;

2° Les arêtes liquides concourant en un même point liquide sont toujours au nombre de quatre, et font entre elles, à ce point, des angles égaux.

J'ai démontré (6me série, §§ 8 et 17), en partant de la théorie des pressions capillaires, la nécessité de cette égalité entre les angles soit des lames, soit des arêtes, et j'ai fait observer qu'on y arriverait également en considérant les lames liquides comme des membranes tendues.

Quant aux nombres respectifs des lames unies par une même arête liquide et des arêtes liquides concourant en un même point liquide, j'ai tâché (*ibid.*, §§ 16 et 21) d'établir par l'expérience que tout système laminaire d'équilibre dans lequel ces nombres surpassent le premier trois et le second quatre, est un système instable, et j'ai ajouté simplement : « On entrevoit que la stabilité doit exister dans le cas de trois lames à une même arête liquide et de quatre arêtes à un même point liquide, car trois est évidemment le plus petit nombre possible de lames aboutissant à une même arête liquide, et

l'on se convaincra sans peine que quatre est le plus petit nombre possible d'arêtes aboutissant à un même point liquide. »

Enfin, dans le dernier paragraphe de la 6me série, j'ai dit :

« Je reviendrai de nouveau sur les systèmes laminaires, pour en envisager la théorie sous un point de vue plus général. En effet, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, les lames liquides qui les composent peuvent être assimilées à des membranes tendues, et dès lors, on le conçoit, chaque système se disposera de manière que la somme des surfaces de toutes ses lames soit un minimum. Mais je réserve ce sujet pour une autre série. »

En m'exprimant ainsi, je me proposais simplement de prendre comme exemples quelques systèmes laminaires particuliers, directement accessibles au calcul à raison de leur simplicité, et de faire voir que, dans chacun d'eux, la somme des surfaces des lames est un minimum par rapport à certain mode de déformation; mais je n'avais nulle intention de traiter le problème d'une manière générale, car je croyais la chose inabordable. Je comprenais qu'il existe une dépendance nécessaire entre le principe du minimum de la somme des aires et les lois ci-dessus, mais je ne pouvais saisir cette dépendance, et il me paraissait à peu près impossible de la découvrir.

Or, dans la première partie du mémoire[1] dont j'ai déjà parlé aux §§ 9 à 11 de la 8me série et dans mon historique des lames liquides (9me série), M. Lamarle a repris la question, et en a résolu toutes les difficultés avec une sagacité merveilleuse et un rare bonheur.

Il commence par établir plus nettement que je ne l'avais fait le principe du minimum de la somme des aires; puis, partant de là, il s'occupe des lames aboutissant à une même arête liquide. Il imagine un nombre quelconque de lames planes partant d'arêtes solides et se joignant toutes suivant une arête liquide commune, et il coupe l'ensemble par un plan perpendiculaire à celle-ci. La section se composant de droites partant respectivement de points fixes et aboutissant toutes à un même point, il démontre d'abord, par des considérations de géométrie élémentaire, que si les droites sont au nombre de trois, leur somme sera un minimum quand elles feront entre elles des

[1] *Sur la stabilité des systèmes liquides en lames minces* (MÉM. DE L'ACAD., t. XXXV et t. XXXVI).



angles égaux. Si les droites sont plus nombreuses, il démontre, toujours par des considérations aussi simples, que, pour avoir une somme minima d'une manière absolue, il faut substituer au point de concours unique plusieurs points de concours reliés entre eux par des droites additionnelles, de telle façon qu'à chacun de ces points il n'y ait que trois droites faisant entre elles des angles égaux. Enfin, la diminution de la somme des droites commençant dès l'origine de ces modifications, c'est-à-dire, dans le cas de plus de trois droites, par exemple, dès que le point de concours se dédouble pour donner naissance aux droites et aux points additionnels, il s'ensuit que la démonstration s'applique également à des lignes courbes, car on peut toujours remplacer celles-ci par leurs tangentes dans le voisinage immédiat du point de concours. M. Lamarle fait voir alors que tous ces résultats s'étendent aux lames elles-mêmes, planes ou courbes, dont l'ensemble est coupé par le plan dont il s'agit; c'est-à-dire que le minimum de la somme des aires exige que ces lames se joignent trois à trois, sous des angles égaux, à chaque arête liquide.

Ainsi se trouve complétement démontrée et déduite du principe du minimum la première des lois rappelées plus haut.

M. Lamarle passe ensuite à la question des arêtes liquides concourant en un même point liquide. Pour la traiter, il imagine que des lames liquides planes aboutissent toutes à un même point de l'intérieur du système, et il cherche les conditions que devront remplir ces lames pour qu'elles puissent se joindre trois à trois sous des angles égaux, conformément à la loi précédente. Il considère le point qui leur est commun comme le centre d'une sphère, qu'elles viennent ainsi couper suivant des arcs de grands cercles; on a de cette manière un certain nombre de pyramides creuses ayant pour sommets un même point, et, pour bases, des polygones sphériques dont tous les angles sont de 120°. M. Lamarle fait d'abord remarquer que ces polygones ne peuvent être que des triangles, des quadrilatères et des pentagones, ce qui lui fournit une relation analytique entre les nombres respectifs de ces différents polygones et le nombre total des lames; il en trouve une autre par la condition que la somme des surfaces de ces mêmes polygones doit représenter la surface totale de la sphère; enfin tous les polygones dont il s'agit

doivent être simplement juxtaposés, sans empiétements des uns sur les autres en certains endroits et vides entre eux en d'autres endroits. Au moyen de ces trois conditions, M. Lamarle trouve qu'il n'y a que sept assemblages possibles de lames partant d'un même point et se joignant trois à trois sous des angles égaux.

Si, dans chacun de ces assemblages, on remplace les côtés des polygones sphériques par leurs cordes, on a l'ensemble des arêtes d'un polyèdre, et les sept polyèdres ainsi formés sont : le tétraèdre régulier; le prisme triangulaire à base équilatérale, avec un rapport déterminé entre la hauteur et le côté de la base; le cube; le prisme pentagonal droit à base régulière, avec un rapport déterminé entre la hauteur et le côté de la base; deux polyèdres particuliers composés de quadrilatères et de pentagones; enfin le dodécaèdre régulier. Dans l'intérieur de ces polyèdres, les nombres des arêtes liquides sont respectivement 4, 6, 8, 10, 12, 16 et 20.

Or M. Lamarle démontre que, pour chacun de ces systèmes, à l'exception de celui du tétraèdre régulier, on peut toujours concevoir un mode de déformation d'où résulte, à partir de son origine jusqu'à une certaine limite, une diminution de la somme des aires des lames; le système du tétraèdre régulier, dans lequel il n'y a que quatre arêtes liquides, qui aboutissent à un même point liquide sous des angles égaux, est donc le seul qui puisse jouir de la stabilité. Ainsi, quand les lames sont planes, les arêtes liquides qui se joignent en un même point liquide sont nécessairement au nombre de quatre, et font entre elles des angles égaux. Enfin M. Lamarle fait voir que la même conclusion s'applique aux lames courbes, et, par suite, aux arêtes courbes; en effet, rien ne limite la petitesse de la sphère mentionnée plus haut, et conséquemment on est maître de supposer cette sphère assez minime pour que les portions de lames comprises dans son intérieur puissent être considérées comme planes.

La deuxième loi est donc démontrée par M. Lamarle aussi complétement que la première, et également déduite du principe du minimum.

Ajoutons que les modes de déformation supposés par M. Lamarle, et qu'il parvient, au moyen d'une conception ingénieuse, à faire rentrer tous dans un même principe, sont précisément ceux qui conduisent aux résul-

tats réels, c'est-à-dire aux systèmes permanents que donnent les charpentes en fil de fer.

§ 41. Enfin je rappellerai une circonstance dans laquelle les pressions capillaires, combinées avec l'action de la pesanteur, produisent des effets curieux de stabilité et d'instabilité : je veux parler du phénomène étudié par par M. Duprez, dans son travail *Sur un cas particulier de l'équilibre des liquides* [1].

On savait qu'un vase plein de liquide et dont le goulot est suffisamment étroit, peut être renversé, l'orifice ouvert, sans que le liquide s'en échappe, et l'on attribuait simplement ce fait à la pression atmosphérique exercée de bas en haut à l'orifice; or M. Duprez a reconnu qu'avec des précautions convenables, on peut maintenir le liquide ainsi suspendu dans un vase dont l'orifice n'est nullement étroit : il est parvenu à soutenir l'eau à un orifice de $19^{mm},85$ de diamètre. Pour obtenir ce résultat, il faut que la surface du liquide à l'orifice soit plane et bien horizontale, condition que M. Duprez réalise au moyen d'un appareil ingénieux.

Il était difficile de comprendre comment les physiciens s'étaient arrêtés à l'idée de la pression atmosphérique comme cause unique des phénomènes de ce genre; en effet, si cette pression seule soutenait le liquide à un orifice étroit, elle devrait évidemment le soutenir à un orifice d'un diamètre quelconque; pourquoi donc y a-t-il une limite que l'on ne peut dépasser?

A l'époque où M. Duprez faisait ses observations, je m'occupais déjà des questions relatives à la stabilité des surfaces liquides; je ne tardai pas à trouver les principes qui servent de base à l'explication complète du phénomène dont il s'agit ici et à la détermination théorique du diamètre limite, et je suggérai ces principes à M. Duprez, comme il se plaît à le reconnaître dans son mémoire.

Supposons la surface du liquide à l'orifice mathématiquement plane et horizontale, et écartons toute cause accidentelle de trouble; il est clair que le liquide demeurera soutenu par la pression atmosphérique, quelque grand que soit le diamètre de l'orifice. Imaginons maintenant que la surface liquide

[1] Mém. de l'Acad., t. XXVI, 1851, et t. XXVIII, 1854.

éprouve une déformation excessivement petite qui la rende concave sur une moitié environ de son étendue, et, par suite, convexe sur l'autre moitié; dès lors l'équilibre ne pourra plus avoir lieu au point de vue de la pesanteur : à cause de la différence de niveau, le liquide de la portion convexe tendra à tomber et à laisser entrer l'air par la portion concave; mais, d'autre part, une surface plane est, nous le savons (§ 2), stable au point de vue des forces moléculaires, quelle que soit sa grandeur, de sorte que, sous l'action de ces mêmes forces, la petite déformation tendra à s'effacer; en d'autres termes, les pressions capillaires correspondantes à la portion convexe l'emporteront sur celles qui appartiennent à la portion concave, et tendront conséquemment à rétablir la surface plane; il y aura donc lutte entre la pesanteur et les pressions capillaires.

Or, pour une même différence de niveau, les courbures des deux portions de la surface, et conséquemment les différences de pression capillaire, seront évidemment d'autant plus faibles que le diamètre de l'orifice sera plus grand; il y a donc nécessairement une limite de diamètre en deçà de laquelle les pressions capillaires prédominent, de façon que la surface liquide est stable, tandis qu'au delà c'est la pesanteur qui l'emporte et détermine ainsi l'écoulement du liquide.

D'après cela, pour arriver à une valeur théorique du diamètre limite, il suffirait de connaître, pour une petite différence de niveau, les rayons de courbure de deux sections normales rectangulaires aux sommets respectifs de la portion convexe et de la portion concave en fonction du diamètre de l'orifice; avec ces éléments, on calculerait la différence des pressions capillaires correspondantes aux deux sommets en question, on l'égalerait au terme représentant l'action de la pesanteur, et l'on résoudrait l'équation par rapport au diamètre.

Mais comment se procurer ces données? Quand le diamètre de l'orifice est assez grand pour que le liquide refuse de se maintenir suspendu, l'échange entre ce liquide et l'air s'effectue d'une manière si rapide qu'il est impossible d'observer l'altération originaire de la surface. Mais M. Duprez surmonte la difficulté en employant mon procédé de l'immersion de l'huile dans le liquide alcoolique : un vase cylindrique en verre, de 8 centimètres de diamètre

intérieur et de 7 de hauteur, est introduit, l'ouverture en bas, dans le liquide alcoolique, puis exactement rempli d'huile à l'aide de moyens que M. Duprez indique; ce vase est soutenu à une certaine hauteur dans le liquide ambiant, de façon que la surface de l'huile à l'orifice soit libre, et la quantité d'huile est telle que cette surface est plane. Si les densités des deux liquides sont égales, la surface de l'huile conserve, on le comprend, sa forme plane; mais si l'on ajoute au liquide ambiant un excès croissant d'alcool, on atteint un point où la pesanteur commence à reprendre ses droits sur l'huile, et où la stabilité n'est plus possible; or il est aisé de rendre l'excès d'alcool assez petit pour que la déformation s'effectue avec une excessive lenteur, et qu'ainsi on puisse l'examiner parfaitement.

En opérant de cette manière, M. Duprez a constaté que la déformation consiste effectivement dans le partage de la surface en une seule portion convexe et une seule portion concave, et il a pu, à l'aide de moyens convenables, déterminer avec une approximation suffisante les éléments indiqués plus haut, ce qui le conduit à la formule

$$D = 3{,}485\sqrt{h},$$

dans laquelle D est le diamètre limite, et h la hauteur à laquelle le liquide s'élèverait dans un tube capillaire d'un millimètre de rayon.

M. Duprez en déduit, pour l'eau distillée à la température ordinaire, $D=21^{mm},13$. Or, avant de recourir à la méthode ci-dessus, il était arrivé à la valeur approchée du diamètre limite relatif au même liquide, par une voie essentiellement différente : Avec un diamètre inférieur au diamètre limite, le liquide peut demeurer suspendu en présentant, à l'orifice, une surface convexe ou une surface concave; mais si, par un moyen approprié, on augmente jusqu'à un certain point cette convexité ou cette concavité, le liquide s'écoule. M. Duprez a mesuré, pour un nombre suffisant de diamètres, les flèches respectives des surfaces convexes et concaves à l'instant de la rupture de l'équilibre, et il les nomme *flèches de rupture*. Avec ces données, il lie d'une manière générale la flèche de rupture au diamètre correspondant par une équation empirique, et égalant, dans celle-ci, la flèche à zéro, il obtient le diamètre limite pour le cas d'une surface plane. Il trouve ainsi, à l'égard

de l'eau distillée, la valeur 21mm,44, valeur bien peu différente de celle qui résulte de la méthode théorique.

L'accord si satisfaisant de ces deux valeurs, obtenues par des méthodes qui n'ont absolument rien de commun, ne peut laisser aucun doute sur la légitimité de la formule mentionnée plus haut, formule d'après laquelle le diamètre limite est proportionnel à la racine carrée de la hauteur capillaire du liquide.

Ces mêmes valeurs surpassent un peu le diamètre 19mm,85 trouvé par l'expérience directe; mais cela doit être, car, dans cette expérience, il est impossible d'éviter de petites causes de trouble qui, lorsqu'on approche de la limite, suffisent pour amener la destruction de l'équilibre.

M. Duprez soumet la formule à de nouvelles vérifications, en l'appliquant à trois autres liquides, l'alcool, l'huile d'amande douce et l'éther sulfurique : il cherche également, pour chacun de ceux-ci, le diamètre limite par la méthode des flèches de rupture et par la formule, et il arrive encore à des résultats concordants. Voici, en effet, ces résultats :

Alcool	par les flèches, 13mm,14,
	par la formule, 13mm,48.
Huile d'amande	par les flèches, 15mm,00,
	par la formule, 15mm,05.
Éther	par les flèches, 12mm,02.
	par la formule, 12mm,48.

L'accord est moins satisfaisant pour l'éther, mais, à l'égard de ce liquide, M. Duprez n'a mesuré les flèches de rupture que dans un seul tube.

Enfin M. Duprez étend les mêmes principes à l'explication du fait bien connu, qu'il est impossible de verser un liquide dans un vase à goulot étroit; le liquide prend, dans l'orifice, une surface assez stable pour que l'échange avec l'air intérieur au vase ne puisse s'opérer.

§ 42. Je termine ici mon travail. L'ensemble de mes séries, à partir de la 2me inclusivement, constitue la *Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires*. C'est là le titre que devraient porter ces séries, et je le leur aurais donné si, en commençant, j'avais pu me rendre bien compte de la portée générale du sujet.

Il me reste maintenant à payer un juste tribut de reconnaissance aux personnes qui, dans cette longue suite de recherches, ont bien voulu m'aider en effectuant, sous ma direction, les expériences ou les calculs; qu'il me soit permis de nommer ici MM. Lamarle, Donny et Kekule, professeurs à l'Université de Gand, M. Duprez, professeur à l'Athénée et à l'École industrielle de la même ville, et MM. Van der Mensbrugghe et Rottier, répétiteurs à l'Université; enfin, je veux qu'on le sache aussi, j'ai été activement secondé par mon fils Félix. Grâces soient donc rendues à tous ceux dont le bienveillant concours a permis au physicien frappé de cécité, de poursuivre sa route d'un pas ferme, et d'apporter son contingent de matériaux à l'édifice de la science.

FIN.

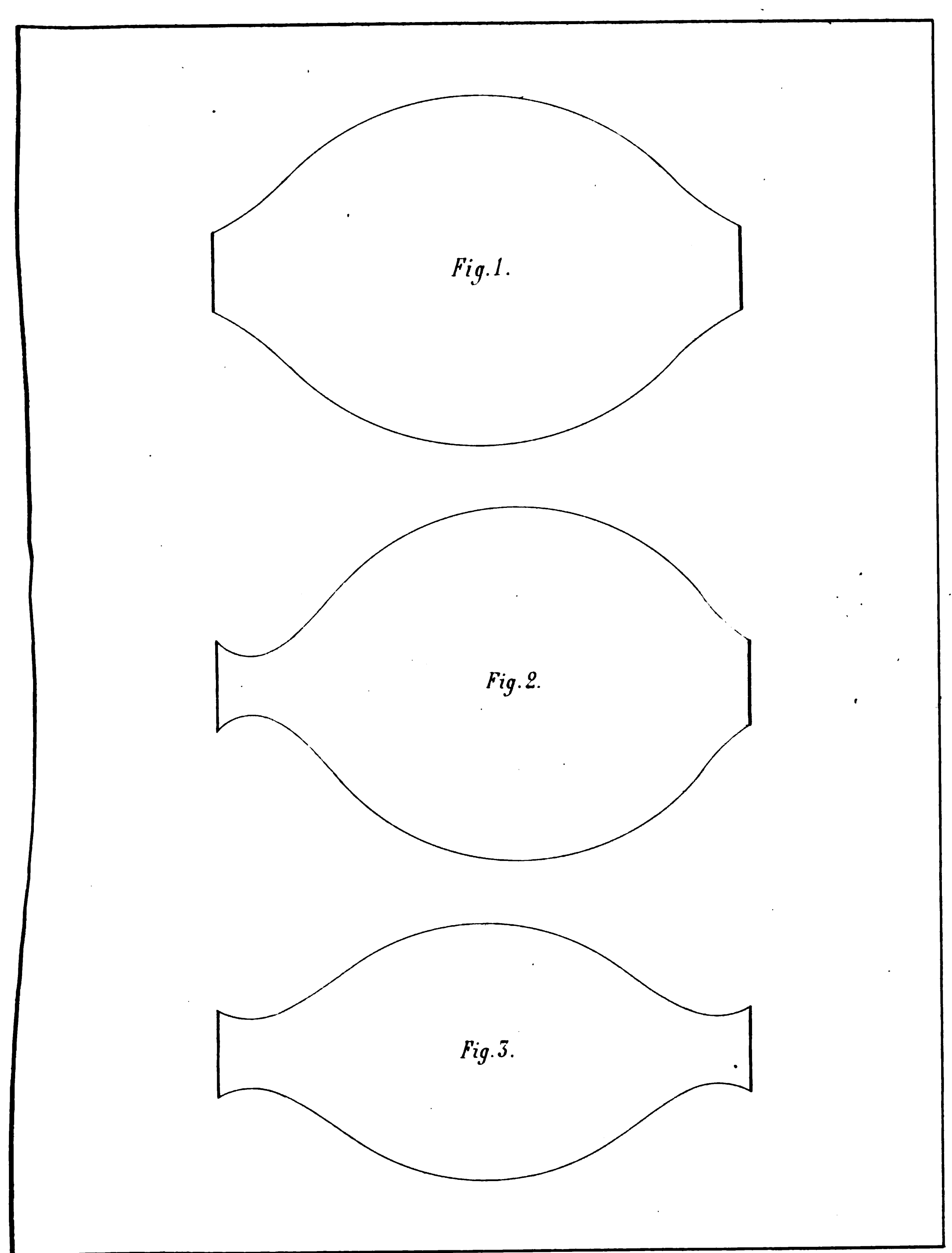

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LES ONZE SÉRIES.

PREMIÈRE SÉRIE [1].

Appareils et procédés. — Phénomènes dynamiques : figures que prend la masse liquide en rotation.

Comment on neutralise l'action de la pesanteur sur une masse liquide relativement considérable, tout en laissant cette masse libre d'obéir aux autres forces qui la sollicitent : immersion d'une masse d'huile d'olive dans un mélange d'eau et d'alcool de même densité qu'elle. §§ 1 et 2.

Détail des opérations, et description du vase (voir, pour des améliorations, la table ci-après de la 2me série). Lorsque la masse suspendue dans le liquide alcoolique n'est adhérente à aucun solide, elle prend, quel que soit son volume, la forme d'une sphère parfaite. . . §§ 3 à 8.

Causes perturbatrices et moyens de les écarter (voir aussi à la table de la 2me série). . . . . §§ 6, 7, et 24 à 26.

Comment on imprime à la sphère d'huile un mouvement de rotation sur elle-même. Quand ce mouvement est lent, on voit simplement la masse s'aplatir à ses pôles et se renfler à son équateur. Analogie avec l'aplatissement des planètes, bien que les forces attractives en jeu dans les deux cas suivent des lois très-différentes. . . . . §§ 9, 10 et 18.

Pour une vitesse plus grande et convenable, la masse, après s'être fortement aplatie, se creuse à ses pôles, puis se transforme en un anneau parfaitement régulier. Comparaison avec l'anneau de Saturne . . . . §§ 11 à 14.

Considérations sur la génération de la forme annulaire tant dans les masses célestes que dans notre masse d'huile . . . . §§ 15 à 17.

Lorsque, par certaine manœuvre, on empêche l'anneau d'huile de revenir sur lui-même, il se désunit, et se résout en plusieurs sphères isolées; celles-ci continuent, pendant quelque temps, à tourner autour du centre de l'anneau originaire, et, presque toujours, quelques-unes d'entre elles prennent, au moment de leur formation, un mouvement de rotation sur elles-mêmes, dans le même sens que celui de l'anneau . . . . § 19.

Conversion d'une veine d'huile en sphères isolées . . . . § 20.

Par une modification de l'expérience de l'anneau, on réalise une imitation du système de Saturne, savoir une sphère d'huile isolée au milieu d'un anneau de même substance . § 21.

Quand on continue à faire tourner la masse d'huile en employant des vitesses insuffisantes pour la transformer en anneau, elle finit par prendre des formes qui semblent être des ellip-

[1] Je rappellerai ici que le titre de cette 1re série, titre un peu différent de celui des séries suivantes, est : *Mémoire sur les phénomènes que présente une masse liquide libre et soustraite à l'action de la pesanteur.*



DEUXIÈME SÉRIE.

Phénomènes statiques — Principes théoriques. — Sphère liquide et figures composées de portions de sphère. — Figures terminées par des surfaces planes. — Cylindre liquide. — Théorie de la constitution des veines liquides lancées par des orifices circulaires.



TROISIÈME SÉRIE.

Théorie de l'influence des mouvements vibratoires sur les veines liquides.



Cas des veines courbes.

QUATRIÈME SÉRIE.

Recherche des formes générales et de toutes les variations des figures d'équilibre de révolution, en ne s'appuyant que sur l'expérience et sur le simple raisonnement appliqué à la formule $\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}=C$.

CINQUIÈME SÉRIE.

Lames liquides. Leurs figures d'équilibre. — Liquide glycérique. — Systèmes laminaires des charpentes polyédriques et leurs lois. — Pression d'une bulle creuse sur l'air intérieur. — Recherche d'une limite supérieure très-petite au rayon de l'attraction moléculaire.

SIXIÈME SÉRIE.

Théorie de la génération des lames liquides. — Lois qui régissent les systèmes laminaires, théorie et expériences; constitution de la masse qui se forme sur certains liquides. — Mode de génération des systèmes laminaires. — Conditions pour qu'une charpente polyédrique donne un système laminaire parfait, un système laminaire imparfait, ou un système laminaire nul.

SEPTIÈME SÉRIE.

Nouvelle étude du liquide glycérique; procédés de préparation beaucoup plus certains et plus efficaces que les premiers. — Théorie de la génération des lames liquides (suite)*; applications. — Différentes espèces de lames liquides. — Théorie de la génération des filets liquides. — Principe général concernant la réalisation, à l'état laminaire, des surfaces à courbure moyenne nulle.*

HUITIÈME SÉRIE.

Recherches des causes d'où dépendent le facile développement et la persistance des lames liquides ; tension des surfaces liquides ; principe nouveau concernant ces surfaces.



NEUVIÈME SÉRIE.

Causes accessoires qui influent sur la persistance des lames liquides. — Figures laminaires de très-grande durée. — Historique concernant les lames liquides. — Ascension capillaire à de grandes hauteurs dans des tubes de grands diamètres. — Constitution d'un courant gazeux qui traverse un liquide.

DIXIÈME SÉRIE.

Résultats obtenus par les géomètres, et vérifications expérimentales.



ONZIÈME SÉRIE.

Limites de stabilité des figures d'équilibre. — Théorie générale de la stabilité de ces figures. — Stabilité des systèmes laminaires. — Stabilité dans des cas où la pesanteur intervient.

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

MÉMOIRE

SUR

LA TEMPÉRATURE DE L'AIR A BRUXELLES,

PAR

ERN. QUETELET,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

—

(Présenté à la classe des sciences, le 30 juin 1866.)

MÉMOIRE

SUR

LA TEMPÉRATURE DE L'AIR A BRUXELLES.

Je me propose de déterminer, d'après les observations de trente années, les constantes de la température de l'air à Bruxelles, ainsi que les principales variations que subit cet important élément météorologique.

Ce mémoire est divisé en trois sections, qui traitent :

1° *De la variation diurne ;*

2° *Des valeurs moyennes et extrêmes de la température ; de la variation annuelle ;*

3° *Des variations secondaires, périodiques ou anomales.*

Un appendice renferme les tableaux numériques et des notes.

§ I. — *De la variation diurne de la température.*

Le mouvement de rotation de la terre autour de la ligne des pôles donne naissance à la première variation de la température, connue sous le nom de variation diurne. C'est une oscillation de la température qui n'a qu'un *maximum* et un *minimum;* mais par suite de l'inclinaison de l'écliptique et de la hauteur variable du soleil, cette oscillation varie aux différentes époques de l'année et se trouve modifiée non-seulement dans son amplitude, mais aussi dans les instants de ses plus grandes excursions.

Si les conditions astronomiques réglaient seules le phénomène de la variation diurne, les valeurs extrêmes devraient se présenter aux époques des solstices; mais c'est ce qui n'a pas lieu. D'après le tableau n° 9, l'amplitude diurne la plus grande arrive dans la première décade de juin. Si l'on consulte le tableau n° 14, qui repose sur trente années d'observations, on trouvera que l'amplitude moyenne la plus faible et la plus forte se présentent respectivement dans les périodes du 27 au 31 décembre, et du 31 mai au 4 juin. Des anomalies semblables se font remarquer, quand il s'agit des instants des plus grandes excursions, et l'on doit en conclure que le phénomène est compliqué par des causes physiques, qui demandent un examen attentif.

De l'amplitude diurne. — L'amplitude diurne de la température d'un jour est la différence entre le *maximum* et le *minimum* de ce jour. Cette différence va toujours croissant de l'hiver à l'été. Je donne ici sa valeur moyenne pour les différents mois d'après les observations de trente années :

Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
4°,66	5°,42	6°,77	8°,59	9°,83	10°,09	9°,71	9°,14	8°,16	6°,55	5°,10	4°,41

Ces nombres peuvent se calculer par la formule :

$$A = 7^\circ{,}37 - 2^\circ{,}88 \sin(n + 94^\circ{,}34') - 0^\circ{,}20 \sin(2n + 63^\circ) + 0^\circ{,}18 \sin(3n + 41^\circ),$$

où le 1er janvier est pris pour l'origine des angles.

Le premier terme représente l'amplitude moyenne de l'année à Bruxelles. Les coefficients des deux derniers sont faibles, et, dans une première approximation, ils pourraient être négligés; la courbe serait alors une simple sinusoïde ordinaire, et elle donnerait comme jours des amplitudes extrêmes le 25 juin et le 26 décembre, c'est-à-dire des époques arrivant environ quatre jours après les solstices; mais si l'on calcule ces époques par la formule plus approchée donnée plus haut, on trouve les dates du 7 juin et du 21 décembre.

Plusieurs causes modifient la grandeur de l'oscillation diurne. Je citerai en première ligne la sérénité du ciel. Les nuages ont pour effet de diminuer le froid de la nuit ainsi que la chaleur du jour et, par conséquent, de resserrer l'amplitude de l'oscillation.

Pour chercher la grandeur de cette influence, j'ai calculé les résultats obtenus pendant 1400 jours, qui, en trente années, ont offert peu de nuages, particulièrement aux époques des températures extrêmes diurnes. Les variations, classées par périodes de 10 jours, sont inscrites dans le tableau suivant; je les ai mises en regard des variations diurnes générales :

MOIS.	AMPLITUDE diurne		MOIS.	AMPLITUDE diurne		MOIS.	AMPLITUDE diurne		MOIS.	AMPLITUDE diurne	
	générale.	des jours sereins.		générale.	des jours sereins.		générale.	des jours sereins.		générale.	des jours sereins.
Janv. I.	4°,63	6°,34	Avril I.	8°,00	10°,59	Juill. I.	9°,91	12°,53	Oct. I.	7°,03	9°,15
II.	4,66	5,48	II.	8,50	12,01	II.	10,10	11,71	II.	6,44	8,55
III.	4,68	6,69	III.	9,27	12,19	III.	9,16	11,58	III.	6,23	7,46
Fév. I.	4,97	6,98	Mai I.	9,82	12,43	Août I.	9,49	11,16	Nov. I.	5,45	7,75
II.	5,41	6,46	II.	9,72	11,86	II.	9,29	11,02	II.	5,14	6,71
III.	5,97	7,40	III.	9,94	12,35	III.	8,68	10,27	III.	4,70	5,96
Mars I.	6,14	7,89	Juin. I.	10,35	12,73	Sept. I.	8,57	10,86	Déc. I.	4,45	5,63
II.	6,78	8,96	II.	10,23	12,19	II.	8,22	10,47	II.	4,48	5,83
III.	7,31	9,52	III.	9,69	12,28	III.	7,65	9,87	III.	4,30	5,57

La différence qui existe entre l'amplitude générale et celle des jours sereins est plus grande en été qu'en hiver, comme on pouvait s'y attendre; mais quand

on prend le quotient, l'inverse a lieu. Voici, par saison, le rapport de l'amplitude des jours sereins à l'amplitude générale :

Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Moyenne.
1,30	1,30	1,21	1,29	1,28.

Cette différence doit tenir surtout à ce que le ciel est moins nuageux en été qu'en hiver.

Plusieurs météorologistes ont cherché à expliquer les changements de l'amplitude diurne. M. Lamont, directeur de l'Observatoire royal de Munich et mon père ont comparé l'amplitude au temps que le soleil demeure au-dessus de l'horizon. Je donne ci-dessous le résultat d'une comparaison semblable, faite d'après les résultats de trente années, pour tous les jours indistinctement, et ensuite en distinguant les jours sereins. L'unité du temps est l'heure.

RAPPORT DE L'AMPLITUDE DIURNE A LA LONGUEUR DU JOUR.

MOIS.	En général.	JOURS sereins.	MOIS.	En général.	JOURS sereins.	MOIS.	En général.	JOURS sereins.	MOIS.	En général.	JOURS sereins.
Janv. I.	0,57	0,79	Avril I.	0,61	0,81	Juill. I.	0,61	0,77	Oct. I.	0,62	0,81
II.	0,56	0,65	II.	0,62	0,87	II.	0,63	0,73	II.	0,60	0,80
III.	0,53	0,75	III.	0,61	0,85	III.	0,59	0,74	III.	0,62	0,74
Fév. I.	0,53	0,74	Mai I.	0,66	0,83	Août. I.	0,65	0,74	Nov. I.	0,58	0,82
II.	0,54	0,64	II.	0,63	0,77	II.	0,64	0,76	II.	0,58	0,75
III.	0,56	0,70	III.	0,62	0,78	III.	0,63	0,74	III.	0,56	0,70
Mars I.	0,55	0,71	Juin I.	0,64	0,78	Sept. I.	0,65	0,82	Déc. I.	0,55	0,69
II.	0,57	0,76	II.	0,62	0,74	II.	0,65	0,85	II.	0,57	0,74
III.	0,59	0,76	III.	0,59	0,75	III.	0,64	0,82	III.	0,54	0,71

Les deux séries s'accordent à montrer l'existence de deux *maxima* et de deux *minima :* les premiers en avril et en septembre, les derniers vers janvier et juillet.

Le *minimum* de l'été est trop peu prononcé; car en prenant le rapport de l'amplitude à la longueur du jour, on ne tient pas compte de la hauteur du soleil, qui doit avoir de l'influence; par la même raison le *minimum* de

l'hiver doit être trop prononcé. Cependant cette influence négligée ne pourrait pas rendre compte de la double inflexion qui se remarque dans la suite des rapports.

M. Ivan Smirnoff de Kazan, qui a observé dans un pays où les variations de l'humidité sont extrêmes, a conclu de ses observations qu'il faut multiplier le rapport par un coefficient dépendant de l'état d'humidité de l'air, et provisoirement il s'est arrêté à l'expression $\frac{A}{L} = \frac{C}{H}$, où A est l'amplitude diurne, L la longueur du jour en heures, C une constante et H l'humidité de l'air.

Pour pouvoir juger si cette hypothèse satisfait aux résultats obtenus à Bruxelles, j'ai emprunté au travail *Sur le climat de la Belgique* l'humidité de l'air de chaque mois, et j'ai multiplié les rapports moyens mensuels par l'humidité correspondante. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
H	91,3	89,8	81,3	77,4	76,4	75,1	78,1	78,4	82,9	88,0	89,8	92,4
$\frac{A}{L}$	0,55	0,54	0,57	0,62	0,64	0,62	0,61	0,63	0,65	0,61	0,57	0,55
$\frac{A}{L} \times H$	0,50	0,48	0,46	0,48	0,49	0,47	0,48	0,49	0,54	0,54	0,51	0,51

Les rapports multipliés par l'humidité approchent assez d'une valeur constante dans les différentes saisons, à l'exception pourtant de l'automne.

M. Mädler a fait la remarque que l'amplitude de la variation diurne est une fonction de la durée du jour et aussi de la hauteur du soleil, mais que la première relation présente une solution de continuité dans les régions polaires, où le soleil, pendant les jours les plus longs, reste peu de temps sous l'horizon ou même ne se couche pas du tout, tandis que la seconde est d'application générale, partout où il n'existe pas de différences constantes dans la sérénité du ciel, et l'on peut ajouter aussi, dans le degré d'humidité de l'air.

Si l'on cherche pour les différents mois, quelle est la fonction de la hauteur qui est proportionnelle à l'amplitude de la variation, on trouve que

l'amplitude divisée par la hauteur donne des valeurs trop petites en été; l'amplitude divisée par le sinus de la hauteur donne des résultats meilleurs, mais encore trop faibles en été; mais si, au sinus, on substitue sa racine carrée, les rapports deviennent un peu trop forts en été et comparables aux rapports de l'amplitude à la longueur des jours, de façon que la fonction $\frac{A}{\sqrt{\sin h}} \times H$ approche encore assez d'une valeur constante; H est ici l'humidité de l'air et h la hauteur du soleil à midi. Seulement, dans ce cas encore la valeur du rapport devient trop forte en automne. Je reviendrai sur cette question à propos de la variation annuelle.

Je comparerai encore l'amplitude de la variation diurne avec les déclinaisons du soleil avant et après le solstice d'été.

La troisième décade de mars a sensiblement la même déclinaison moyenne que la deuxième de septembre et la première d'avril que la première de septembre. Or, les deux premières donnent l'amplitude 7°50, 8°28, soit un avantage de 0°78 en faveur de l'arrière-saison. Les deux dernières donnent 8°34, 8°61; ici l'avantage est encore à l'arrière-saison, mais il est moindre; si l'on compare la deuxième décade d'avril à la troisième d'août, on a les nombres 8°56, 8°19, et l'avantage passe au commencement de l'année. Voici le tableau de ces différences. Le signe + indique que l'amplitude des jours, qui suivent le solstice d'été, est plus grande que celle des jours qui le précèdent.

Différences des amplitudes avant et après le solstice d'été pour des déclinaisons égales du soleil.

Déc.	III	déc.	II	+0°,59	Fév.	III	oct.	II	+0°,30	Avril	III	août	II	—0°,58
Janv.	I	»	I	—0,09	Mars	I	»	I	+0,78	Mai	I	»	I	—0,07
»	II	nov.	III	—0,07	»	II	sept.	III	+0,69	»	II	juill.	III	—0,13
»	III	»	II	+0,45	»	III	»	II	+0,78	»	III	»	II	—0,08
Fév.	I	»	I	+0,65	Avril	I	»	I	+0,27	Juin	I	»	I	—0,56
»	II	oct.	III	+1,02	»	II	août	III	—0,37	»	II	juin	III	—0,53

Il résulte de ce tableau que, pour les basses déclinaisons solaires, l'ampli-

tude est généralement plus forte à l'arrière-saison qu'au commencement de l'année, et que le contraire a lieu pour les hautes déclinaisons.

Le résultat est encore plus prononcé si l'on opère sur les jours sereins. Seulement, comme on doit s'y attendre, à cause du nombre de jours moins considérable, les résultats présentent plus d'irrégularité.

Voici les différences trouvées :

+0°,26	+1°,15	−1°,17
−0,71	+1,26	−1,27
+0,48	+0,91	−0,28
+0,02	+0,95	−0,64
+0,77	+0,27	−0,20
+1,00	−1,74	+0,09

Des variations horaires de la température. — Après avoir étudié l'amplitude totale de la variation diurne, il faut examiner comment cette oscillation s'opère dans l'espace de 24 heures, et à quels instants elle atteint ses écarts extrêmes et sa valeur moyenne. Mon intention n'est point d'entrer ici dans la question théorique du mouvement de la chaleur pendant l'espace d'un jour; je me bornerai à lier entre eux les nombres fournis par les observations au moyen des fonctions périodiques trigonométriques.

Les éléments de ces recherches sont donnés dans le tableau n° 9, à la fin de ce mémoire. J'en ai extrait les données suivantes, relatives à l'hiver (décembre, janvier, février), au printemps (mars, avril, mai), à l'été (juin, juillet, août), et à l'automne (septembre, octobre, novembre), ainsi qu'aux périodes où les jours sont le plus longs et le plus courts, soit d'une part les deux dernières décades de juin et la première de juillet, et de l'autre les deux dernières de décembre et la première de janvier; enfin j'y ai joint les mêmes résultats pour 402 jours à peu près sereins, qui se sont présentés pendant vingt années.

Tableau de la variation diurne.

SAISONS.	MINUIT	2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.	MIDI.	1 H.	2 H.	3 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.	Nombre de JOURS.
Hiver	-0°,60	-0°,78	-0°,96	-1°,04	-0°,94	-0°,51	0°,11	1°,28	1°,56	1°,69	1°,56	1°,16	0°,41	0°,03	-0°,20	-0°,35	60 mois.
Printemps.	-2,08	-2,64	-3,09	-2,75	-0,98	0,25	1,26	2,75	3,18	3,48	3,52	3,24	1,99	0,00	-0,67	-1,18	»
Été.	-2,63	-3,33	-3,84	-2,94	-0,51	0,69	1,65	3,03	3,48	3,78	3,86	3,67	2,59	0,11	-0,92	-1,61	»
Automne.	-1,18	-1,56	-1,91	-2,06	-1,14	-0,15	0,87	2,29	2,68	2,77	2,63	2,16	0,78	-0,17	-0,52	-0,82	»
L'année	-1,62	-2,08	-2,45	-2,20	-0,89	0,07	0,97	2,34	2,72	2,93	2,89	2,56	1,44	-0,01	-0,58	-0,99	20 ans.
Jours les plus courts.	-0,44	-0,58	-0,71	-0,76	-0,71	-0,45	0,09	1,05	1,22	1,33	1,18	0,76	0,26	0,00	-0,18	-0,25	20 mois.
Jours les plus longs.	-2,79	-3,55	-4,03	-2,80	-0,24	0,87	1,75	3,04	3,44	3,73	3,79	3,63	2,71	0,24	-0,96	-1,71	»
JOURS SEREINS.																	
Hiver.	-0,85	-1,31	-1,66	-1,95	-2,07	-1,35	-0,17	1,91	»	2,89	2,96	2,38	1,01	0,24	-0,11	-0,47	96 jours.
Printemps.	-2,80	-4,00	-4,97	-4,87	-2,18	-0,06	1,48	3,75	»	5,13	5,48	5,41	3,76	0,72	-0,54	-1,46	104 »
Été.	-3,52	-4,79	-5,72	-4,49	-0,97	0,59	1,94	3,69	»	5,00	5,40	5,46	4,02	1,18	-0,61	-1,79	78 »
Automne.	-1,78	-2,52	-3,22	-3,73	-2,37	-0,67	1,00	3,33	»	4,47	4,67	3,97	1,92	0,02	-0,63	-1,05	124 »
L'année	-2,24	-3,15	-3,89	-3,76	-1,90	-0,57	1,06	3,17	»	4,37	4,63	4,50	2,68	0,54	-0,47	-1,19	402 »

D'après ces nombres ont été calculées les formules à trois termes qui suivent :

Hiver . . . . $N = -1^{\circ},19 \sin(n + 44^{\circ}13') + 0^{\circ},47 \sin(2n + 46^{\circ}) - 0^{\circ},15 \sin(3n + 53^{\circ})$
Printemps. . $N = -3,29 \sin(n + 49\ \ 8) + 0,47 \sin(2n + 55) + 0,20 \sin(3n + 26)$
Été . . . . . $N = -3,86 \sin(n + 51\ \ 17) + 0,23 \sin(2n + 67) + 0,35 \sin(3n + 36)$
Automne . . $N = -2,22 \sin(n + 50\ \ 14) + 0,71 \sin(2n + 56) - 0,07 \sin(3n + 118)$

L'année . . . $N = -2,64 \sin(n + 49\ \ 36) + 0,47 \sin(2n + 55) + 0,10 \sin(3n + 16)$
Jours courts. $N = -0,89 \sin(n + 45\ \ 58) + 0,38 \sin(2n + 50) - 0,15 \sin(3n + 53)$
Jours longs . $N = -3,94 \sin(n + 52\ \ 18) + 0,11 \sin(2n + 109) + 0,36 \sin(3n + 59)$

JOURS SEREINS.

Hiver . . . . $N = -2,14 \sin(n + 35\ \ 51) + 0,85 \sin(2n + 56) - 0,21 \sin(3n + 48)$
Printemps. . $N = -5,19 \sin(n + 41\ \ 46) + 0,68 \sin(2n + 50) + 0,44 \sin(3n + 21)$
Été. . . . . . $N = -5,48 \sin(n + 45\ \ 26) + 0,15 \sin(2n + 113) + 0,51 \sin(3n + 37)$
Automne. . . $N = -3,75 \sin(n + 43\ \ 4) + 1,13 \sin(2n + 49) - 0,13 \sin(3n + 156)$

L'année . . . $N = -4,13 \sin(n + 42\ \ 30) + 0,68 \sin(2n + 48) + 0,20 \sin(3n + 16)$

Les trois termes de ces formules représentent trois ondes calorifiques qui

se combinent et produisent par leur ensemble le mouvement de la température pendant la durée d'un jour. La première onde est de beaucoup la plus considérable, et va en croissant depuis les jours les plus courts jusqu'aux jours les plus longs, où elle est quatre à cinq fois plus puissante; au printemps, elle est beaucoup plus étendue qu'en automne et elle se rapproche par son importance de l'onde estivale. La seconde vague de chaleur est très-faible pendant l'été et atteint un *maximum* en automne; la troisième, au contraire, très-forte en été, devient faible en automne.

Les constantes de la formule relative à l'année en général diffèrent peu de celles que mon père a déduites de trois années d'observations. On voit donc que la variation diurne moyenne est un élément qui se détermine sans grandes difficultés et qui varie peu.

Je donne ci-dessous, d'après ces formules, les époques des températures *maxima* et *minima*, ainsi que celles où l'on observe la moyenne du jour.

SAISONS.	I. HEURE du *maximum*.	II. HEURE de la moyenne.	III. HEURE du *minimum*.	IV. HEURE de la moyenne.	-III I.	II -IV.
Hiver.	$1^h\ 42^m$	$7^h\ 57^m$	$18^h\ 25^m$	$21^h\ 52^m$	$7^h\ 17^m$	$10^h\ 5^m$
Printemps	2 33	8 7	16 22	20 52	10 11	11 15
Été	3 11	8 10	15 56	20 26	11 15	11 44
Automne	1 39	7 54	17 15	21 14	8 24	10 20
L'année.	2 11	8 3	16 27	20 58	9 44	11 5
Jours courts	1 32	7 45	18 36	21 50	6 56	9 55
Jours longs	3 22	8 14	15 39	20 15	11 43	11 59
JOURS SEREINS.						
Hiver.	2 8	8 33	18 42	22 15	7 26	10 18
Printemps	3 19	8 35	16 46	21 12	10 33	11 23
Été	3 47	8 40	16 1	20 38	11 46	12 2
Automne	2 7	8 6	17 29	21 32	8 38	10 34
L'année.	2 46	8 32	16 47	21 19	9 59	11 13

Entre l'heure de la température moyenne du matin et celle de la moyenne du soir, il y a en général pour l'année un intervalle de 11^h5^m; par la for-

mule relative aux jours sereins on trouve 11^h13^m. Ces nombres se rapprochent beaucoup de ceux qui ont été donnés par Alexandre de Humboldt et par M. Forbes, pour plusieurs points de l'Europe. L'intervalle est plus court en hiver, plus long en été; la différence est de deux heures environ.

Le temps qui s'écoule entre le *minimum* et le *maximum* varie beaucoup plus. Pendant les jours les plus courts, il est un peu moindre que 7^h, et en été il est de 11^h45^m. Sa valeur moyenne est en général 9^h49^m et 10^h environ pour les jours sereins.

Un point sur lequel les météorologistes les plus distingués ont été longtemps en désaccord, est de savoir quelle relation existe entre les époques remarquables de la variation diurne et les instants du lever, de la culmination et du coucher du soleil.

D'après le tableau ci-dessous, on reconnaît que le temps compris entre le passage du soleil au méridien et l'instant où l'on observe le soir la température moyenne, est un élément qui varie peu. L'écart un peu considérable, qui s'était manifesté dans l'heure de cette moyenne, en automne, se trouve beaucoup diminué, par suite de la forte équation du temps qui a lieu dans cette saison. Cependant, quand on compare les jours les plus longs avec les jours les plus courts, on trouve que, pendant les premiers, la moyenne se présente encore une demi-heure plus tôt que pendant les seconds.

L'intervalle de temps, qui sépare le moment de la moyenne du matin de celui du passage du soleil n'a pas la constance qui caractérise la moyenne du soir; cet élément varie de plus d'une heure et demie entre les jours les plus courts et les jours les plus longs.

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	JOURS courts.	JOURS longs.
Temps compris entre le passage du soleil et le *maximum*. . .	$1^h\ 36^m$	$2^h\ 31^m$	$3^h\ 8^m$	$1^h\ 50^m$	$1^h\ 31^m$	$3^h\ 22^m$
Temps compris entre le *minimum* et le lever du soleil.	1 17	0 50	0 19	1 11	1 26	0 11
Temps compris entre le passage du soleil et la moyenne du soir. .	7 51	8 5	8 7	7 45	7 44	8 14
Temps compris entre la moyenne du matin et le passage du soleil.	2 14	3 10	3 37	2 35	2 11	3 45

Les instants des températures extrêmes sont beaucoup plus difficiles à déterminer que ceux des températures moyennes. Cela est facile à concevoir, puisque, pendant une demi-heure quelquefois, la chaleur varie de quelques centièmes de degrés seulement. Si donc on fait attention que la formule périodique employée n'est pas la vraie formule théorique qui exprime la marche de la température, que les observations ne sont pas complétement correctes et qu'enfin la formule elle-même n'a été calculée qu'avec trois termes, on concevra qu'une erreur de plusieurs minutes peut se rencontrer dans la détermination des instants des *maxima* et des *minima*. Ces réserves posées, si l'on compare l'instant du *minimum* de la température à celui du lever du soleil, on verra que le premier précède toujours le second; pendant les jours les plus longs, le *minimum* précède le lever du soleil de dix minutes seulement, en été de vingt minutes, au printemps et en automne d'une heure en moyenne, et pendant les jours les plus courts d'une heure et 25 minutes. On peut donc dire que la variation de l'instant du *minimum* est moins prononcée que celle de l'instant du lever du soleil; la première n'est pendant l'année que de trois heures, la seconde est de 4^h20^m environ. Quand on compare l'été à l'hiver, on trouve que l'instant du *minimum* varie de 2^h30^m, et l'instant du lever du soleil de près de 3^h30^m. Si, au lieu des jours en général, on n'examine que les jours à peu près sereins, au lieu de 2^h30^m on trouve 2^h40^m; l'état nuageux est donc régularisateur pour l'instant du *minimum* comme pour sa grandeur, et un ciel pur rapproche un peu l'instant du *minimum* de celui du lever du soleil.

Le *maximum* qui arrive 1^h30^m après le passage du soleil au méridien pendant les jours les plus courts ne se présente que 3^h22^m après ce passage pendant les jours les plus longs; cela fait une différence de près de deux heures. Pendant le printemps il s'écoule 2^h30^m entre l'instant du passage et celui du *maximum*, tandis qu'en automne on ne trouve que 1^h50^m.

L'effet d'un ciel serein est de reculer l'instant du *maximum* d'au moins une demi-heure et même au printemps de trois quarts d'heure; on trouve, en effet, dans ce cas les différences : 2^h2^m en hiver, 3^h17^m au printemps, 3^h44^m en été et 2^h18^m en automne.

Avant d'abandonner la question des variations diurnes, il est une remarque qu'on peut faire en examinant le tableau n° 9.

A minuit la température est plus basse que la moyenne du jour à toutes les époques de l'année, et le *minimum* se présente au commencement de juin; il en est de même pour 2 heures et pour 4 heures du matin. A 6 heures la température est également toujours plus basse que la moyenne du jour, mais au lieu d'un *minimum*, il y en a deux : l'un à la fin d'avril et l'autre vers le mois d'août; entre ces deux époques l'écart diminue sensiblement; surtout à la fin de juin, et il se produit un *maximum* secondaire. A 8 heures les deux *minima* existent encore, mais ils se sont écartés et se présentent l'un au commencement de mars et l'autre en septembre ou octobre; le *maximum* principal, au lieu d'arriver en hiver, se présente déjà en été. A 9 heures les deux *minima* arrivent en février et novembre ou décembre, et le *maximum* de janvier est très-faible; même remarque pour 10 heures. A midi il n'existeplus qu'un *maximum* et un *minimum :* le premier en été, le second en hiver. Jusqu'à 8 heures du soir le *maximum* de l'été continue à subsister, mais à cette heure il est devenu faible, et le *minimum* de l'hiver se déplace et paraît en automne. A 9 heures et 10 heures du soir, le *minimum* arrive en été comme à minuit.

Ainsi, en général, depuis midi jusqu'à 4 heures du matin, la suite des différences des températures de chaque heure avec la moyenne du jour ne présente qu'un *maximum* et un *minimum;* mais ensuite, il y a deux *minima* qui prennent leur origine en été entre 4 et 6 heures du matin, puis s'écartent progressivement, en laissant grandir entre eux un nouveau *maximum,* et qui vont enfin, vers midi, se confondre en hiver.

De la température moyenne du jour. — La température moyenne d'un jour, considérée mathématiquement, est l'intégrale des températures de chaque instant, multipliées chacune par l'élément du temps pendant lequel cette température a agi, divisée ensuite par le temps total. Mais comme dans la pratique de l'observation, il est impossible d'opérer de cette manière, les météorologistes sont convenus de diviser le jour en un certain nombre de parties égales, et de considérer comme température moyenne la moyenne des températures observées à des époques équidistantes.

Souvent aussi on se borne à prendre pour moyenne la demi-somme du *maximum* et du *minimum ;* mais dans les recherches sur la variation diurne, cette approximation ne suffit pas ; aussi la température moyenne du jour a-t-elle été déterminée par la moyenne des températures des douze heures paires, et c'est de cette manière qu'ont été formés les nombres qui ont servi de base aux recherches qui précèdent sur la variation diurne.

A l'exception de quelques Observatoires bien fournis de tous les instruments qu'exige une étude approfondie de notre sol et de notre atmosphère, les autres ne peuvent en général réunir chaque jour qu'un nombre limité d'observations. Il a donc fallu tâcher de déterminer la température moyenne d'un jour aussi exactement que possible, par une observation ou par deux, etc., et non-seulement pour l'année en général, mais pour chaque saison prise séparément.

On pourrait assez facilement former, d'après le tableau n° 9, des groupes donnant avec exactitude la température moyenne des différentes saisons; mais, lorsqu'il s'agit d'observations régulières et suivies, il est admis qu'on ne doit pas changer ainsi les heures où l'on observe. Il faut donc chercher des groupes qui donnent de bons résultats moyens et qui, aux différentes époques de l'année, font connaître les moyennes relatives à ces époques.

On peut trouver la moyenne du jour par une observation faite le matin ou par une autre faite le soir. La formule relative à l'année indique les instants 8^h58^m du matin et 8^h3^m du soir, ou sensiblement 9 heures du matin et 8 heures du soir. Mais, en été, 9 heures du matin donne des températures trop élevées de près d'un degré quelquefois, tandis qu'en automne et en hiver on a des températures trop basses. Le soir, les écarts sont beaucoup plus petits ; cependant en juin et en juillet la moyenne du jour se présente après 8 heures, et à la fin de l'année, mais surtout depuis août jusqu'à octobre, elle arrive quelque temps avant. Ce moment ne paraît donc dépendre ni de la longueur du jour ni de la température des différentes époques de l'année. Cependant, malgré ces défauts, 8 heures du soir est l'heure la plus convenable pour déterminer la température moyenne du jour par une seule observation.

M. Kaemtz a fait remarquer qu'en observant à l'heure où se présente ordinairement la température moyenne, on s'expose à commettre des erreurs assez

graves. C'est, en effet, l'instant du jour où la température varie le plus rapidement. Sous ce rapport, l'observation des deux extrêmes vaudrait mieux, puisque vers les instants du *maximum* ou du *minimum* la température est presque stationnaire; mais malheureusement, comme on l'a vu, les heures de ces extrêmes varient beaucoup selon les saisons. On a cependant remédié à cet inconvénient en munissant les thermomètres d'index qui, toutes les 24 heures, font connaître les deux limites de la température pendant le jour écoulé.

D'après les résultats consignés dans les dernières colonnes du tableau n° 9, la demi-somme des deux températures extrêmes relevées chaque jour à midi donne une moyenne diurne trop élevée. Il serait préférable de déterminer le *maximum* le soir, et le *minimum* de chaque nuit le lendemain à midi, ou même de relever les extrêmes à des intervalles moins longs. C'est ce qui se fait maintenant à Bruxelles, où, à chaque observation faite directement, on note la position des index qui donnent les limites atteintes depuis l'instant de l'observation précédente.

Si de la température moyenne déduite des deux extrêmes relevés chaque jour à midi on retranche la valeur constante 0°43, qui est l'excès moyen relatif à l'année entière, on a exactement la température moyenne normale de l'année et l'on ne s'expose, dans les différentes saisons, qu'à une erreur de deux dixièmes de degré.

Les météorologistes ont encore proposé un certain nombre de groupes binaires ou ternaires ou même des systèmes plus composés. Alexandre de Humboldt a remarqué que les moyennes des heures homonymes représentaient assez bien la moyenne diurne. Sir David Brewster a particulièrement recommandé, pour l'Écosse, le groupe de 10 heures du matin et 10 heures du soir, qui donne effectivement de très-bons résultats.

Mon père a montré que, dans la formule périodique procédant par sinus d'arcs multiples, si l'on ajoute les valeurs relatives à deux heures homonymes, tous les sinus dont l'arc variable a un coefficient impair disparaissent. Il ne reste donc que le terme constant qui représente la moyenne diurne et les sinus pour lesquels le coefficient de l'arc variable est pair; mais dans le cas de la variation diurne, les arcs quadruples et supérieurs peuvent être négligés à cause de la petitesse des coefficients. Pour avoir par

conséquent, à très-peu près, la vraie température moyenne, il suffit d'annuler le terme relatif aux arcs doubles. On obtient ainsi des instants qui varient un peu avec les époques de l'année, mais qui se rapprochent beaucoup des heures homonymes 10 et 4.

On obtient encore des résultats satisfaisants si l'on partage le jour en trois parties égales, en quatre ou en six.

J'ai donné, dans le tableau suivant, les écarts de la moyenne en plus ou en moins que présentent par mois les principales combinaisons qui paraissent ressortir avantageusement des nombres relatifs à Bruxelles. Les heures sont comptées à partir de midi.

HEURES.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Décemb.	L'année.
8.	0°,04	0°,05	0°,05	-0°,06	0°,03	0°,20	0°,28	-0°,15	-0°,21	-0°,21	-0°,08	-0°,01	-0°,01
21.	-0,49	-0,59	-0,31	0,35	0,69	0,85	0,72	0,48	0,11	-0,17	-0,34	-0,45	0,07
½ (M + m) . . .	0,24	0,37	0,41	0,53	0,42	0,48	0,39	0,51	0,50	0,57	0,42	0,27	0,43
½ (0 + 12) . . .	0,29	0,39	0,41	0,38	0,21	0,13	0,12	0,35	0,59	0,61	0,46	0,34	0,36
½ (2 + 14) . . .	0,42	0,54	0,55	0,45	0,25	0,12	0,16	0,38	0,64	0,64	0,51	0,39	0,42
½ (4 + 16) . . .	0,07	0,20	0,24	0,07	-0,09	-0,22	-0,10	0,07	0,19	0,11	0,05	0,02	0,05
½ (6 + 18) . . .	-0,26	-0,39	-0,52	-0,43	-0,19	-0,04	-0,08	-0,40	-0,75	-0,73	-0,43	-0,29	-0,38
½ (8 + 20) . . .	-0,39	-0,60	-0,66	-0,54	-0,26	-0,02	-0,10	-0,49	-0,73	-0,69	-0,53	-0,57	-0,45
½ (9 + 21) . . .	-0,32	-0,42	-0,33	-0,20	-0,09	-0,06	-0,10	-0,20	-0,32	-0,34	-0,31	-0,32	-0,25
½ (10 + 22) . . .	-0,14	-0,14	-0,03	0,06	0,09	0,02	0,00	0,03	0,06	0,05	-0,04	-0,07	-0,01
½ (18 + 0) . . .	0,13	0,07	-0,05	-0,05	0,10	0,15	0,00	-0,02	0,00	0,17	0,16	0,16	0,07
½ (6 + 12) . . .	-0,11	-0,07	-0,06	0,01	-0,08	-0,06	0,03	-0,03	-0,16	-0,30	-0,14	-0,11	-0,09
⅓ (18 + 2 + 10) . . .	0,11	0,08	-0,05	-0,25	-0,18	-0,21	-0,30	-0,27	-0,18	0,01	0,05	0,11	-0,09
⅓ (18 + 0 + 8) . . .	0,10	0,06	-0,02	-0,06	0,08	0,17	0,10	-0,07	-0,07	0,05	0,08	0,10	0,04
⅓ (20 + 4 + 12) . . .	-0,14	-0,10	-0,04	0,06	0,16	0,20	0,18	0,14	0,05	-0,08	-0,14	-0,14	0,02
⅓ (19 + 0 + 10) . . .	0,00	-0,08	-0,12	-0,13	-0,05	-0,04	-0,14	-0,13	-0,11	0,00	-0,01	0,03	-0,06
⅓ (19 + 0 + 9) . . .	0,05	0,00	0,00	0,05	0,17	0,21	0,11	0,06	0,04	0,09	-0,01	0,05	0,07
⅓ (19 + 1 + 10) . . .	0,08	0,03	0,01	0,02	0,11	0,10	-0,02	0,04	0,08	0,12	0,06	0,11	0,06
$\frac{1}{3}(19 + \frac{0+1}{2} + 10)$.	0,04	-0,03	-0,06	-0,06	0,05	0,03	-0,07	0,12	-0,02	0,06	0,03	0,07	0,00

Parmi les groupes binaires, le plus avantageux, à Bruxelles, est celui de 10 heures du matin et 10 heures du soir; les heures homonymes 4 heures

du matin et 4 heures du soir, fournissent également de bons résultats, mais dans la pratique ce groupe est incommode. Six heures du matin et midi, ou bien 6 heures du soir et minuit sont encore des combinaisons favorables; seulement elles laissent un intervalle de 18 heures sans observation, ce qui donne trop de jeu aux circonstances accidentelles.

Parmi les groupes ternaires, je citerai celui de six heures du matin, deux heures et dix heures qu'a adopté M. Dove. Le groupe 6 heures du matin, midi et 8 heures du soir paraît un peu plus favorable pour le climat de Bruxelles; mais le précédent a l'avantage de donner la température *maximum* du jour. M. Schouw a recommandé le groupe de 7 heures du matin, midi et 10 heures du soir. Dans quelques stations on a mis en usage 7 heures du matin, midi et 9 heures du soir. Les deux groupes suivants semblent un peu plus satisfaisants : 7 heures du matin, 1 heure et 10 heures du soir, ou 7 heures du matin, la moyenne entre midi et 1 heure ou midi et demi et 10 heures du soir. Ils présentent des écarts plus faibles que les autres, et le dernier donne la moyenne exacte de l'année.

§ II. — *Des valeurs moyennes et extrêmes de la température et de la variation annuelle.*

La seconde variation de la température est la variation annuelle. En une année ou un peu plus de 365 jours, la terre fait une révolution autour du soleil. Dans ce mouvement, l'axe des pôles reste sensiblement parallèle à lui-même; il éprouve un très-léger déplacement annuel, qui ne devient sensible qu'au bout de fort longtemps et qui est tout à fait négligeable, lorsqu'il s'agit d'observations météorologiques n'embrassant pas plus d'un demi-siècle. Il en résulte que, la ligne des pôles faisant avec l'axe de l'écliptique un angle de 23° 1/2 environ, la terre présente alternativement au soleil son pôle boréal et son pôle austral. De là proviennent la diversité des saisons et en général tous les phénomènes de la variation annuelle de la température.

I. — *Températures moyennes et extrêmes.*

Dans toute recherche sur les températures, on prend pour base la moyenne diurne; c'est donc à déterminer celle-ci qu'il faut apporter les premiers soins.

Depuis l'année 1841, les valeurs de la température ont été relevées à Bruxelles de deux en deux heures; la moyenne des douze nombres qui correspondent chaque jour avec les heures paires, depuis minuit jusqu'à 10 heures du soir, est considérée comme la vraie moyenne du jour.

Une seconde méthode assez généralement employée consiste à prendre la moyenne entre le *maximum* et le *minimum;* ainsi les températures moyennes discutées dans ce mémoire sont généralement (à moins que le contraire ne soit spécifié) les moyennes des *maxima* et des *minima* relevés chaque jour à midi. Mais j'ai déjà fait voir dans la section qui précède que cette moyenne est généralement trop élevée et qu'elle nécessite une correction qui est donnée dans le tableau n° 9. Cette correction n'est pas très-forte et n'influence pas sensiblement les calculs relatifs aux variations et aux anomalies, mais il est nécessaire d'y avoir égard, quand on veut établir les moyennes générales qui fixent le rang de Bruxelles à la surface de notre globe.

Je m'occuperai d'abord des températures moyennes et extrêmes relatives à l'année entière, je traiterai ensuite des saisons, puis des mois séparément.

De l'année. — Quand on connaît la température moyenne de chaque jour de l'année, on peut en déduire la température de chacun des douze mois; la moyenne de ces derniers nombres est alors généralement regardée comme représentant la moyenne de l'année. Le calcul exécuté de cette manière donne pour Bruxelles la valeur 10°24. Mais les mois ne renfermant pas tous le même nombre de jours, j'ai cherché directement la moyenne des 365 jours qui composent l'année ordinaire, et j'ai trouvé 10°28. Il n'est pas nécessaire de tenir compte des années bissextiles, qui n'altéreraient pas ce résultat d'un centième de degré.

Les nombres qui précèdent sont calculés par les *maxima* et les *minima* de chaque jour. Pour en déduire la moyenne exacte, il faut en retrancher 0°43; ainsi, suivant qu'on détermine la température moyenne par les douze mois ou par les 365 jours de l'année, on trouve la valeur 9°81 ou 9°85. C'est ce dernier nombre que je considère comme la vraie température moyenne de Bruxelles, pour la période 1833-1862, telle qu'on l'aurait obtenue, si l'on avait observé à tous les instants de la période. L'écart probable d'une année est de 0°53, c'est-à-dire qu'on peut parier à chances égales que l'écart de la température d'une année sera plus ou moins grand que 0°53; l'erreur probable du résultat est de 0°10; ceci dans l'hypothèse, bien entendu, qu'il n'existe pas de cause perturbatrice et que les écarts annuels de la température puissent être assimilés à des écarts accidentels.

Quand on partage les trente années en trois périodes de dix, on obtient les valeurs moyennes 9°96, 9°70, 9°88, qui n'ont pas de caractère bien déterminé.

L'année la plus chaude a été 1834 dont la moyenne a atteint 11°73, surpassant de 1°88 une année ordinaire; la plus froide a été 1845 dont la température est descendue à 8°44 ou 1°41 au-dessous de la moyenne. Ainsi les moyennes annuelles ont varié de 3°29 en trente ans.

Je donne ici la liste des années les plus chaudes et les plus froides :

Années chaudes.	1834	1857	1852	1859	1862
Années froides	1845	1855	1844	1838	1860

Elles s'écartent de la moyenne de 0°94 au moins; les autres années ne s'en écartent que de 0°76 au *maximum*.

Voici enfin la répartition des années d'après la grandeur de leurs écarts au-dessus et au-dessous de la moyenne :

	0°0 à 0°2	0°2 à 0°4	0°4 à 0°6	0°6 à 0°8	0°8 à 1°0	1°0 à 1°2	au-dessus de 1°2.
	—	—	—	—	—	—	—
Au-dessus. . .	5	5	0	1	1	3	1
Au-dessous . .	4	0	3	2	1	2	2

Le nombre des années chaudes est presque le même que celui des années froides. Les grands écarts sont à peu près en même nombre des deux parts,



mais les petits écarts semblent prévaloir un peu dans les années chaudes, et les écarts moyens dans les années froides.

Quant à la périodicité du retour des années chaudes ou froides, il ne se dégage pas encore de loi des nombres observés.

Le *maximum* moyen d'une année est 13°93 et le *minimum* moyen 6°55. On trouve dans le tableau n° 8 toutes les données nécessaires à l'étude des extrêmes de la température. L'année dont le *maximum* moyen a été le plus considérable est cette même année 1834, qui a eu la plus haute température moyenne; son *maximum* est égal à 16°0. Les deux années du *maximum* le plus faible sont 1845 et 1855, qui n'ont atteint que 12°4. En ce qui concerne les *minima* moyens, 1834 a encore offert la valeur la plus élevée 8°2, et 1845 et 1855 la plus basse 5°3.

Voici la liste des années les plus chaudes au point de vue des *maxima* et des *minima* moyens.

Maxima moyens les plus élevés	1834	1857	1852	1846	1859
» les plus bas.	1845	1855	1860	1844	1838
Minima moyens les plus élevés	1834	1859	1862	1852	1857
les plus bas.	1845	1855	1838	1844	

D'après le tableau n° 8, la plus grande chaleur observée à Bruxelles de 1833 à 1862 a été de 34°7 le 15 juin 1858, et le plus grand froid de —18°8 le 16 janvier 1838; la variation de température la plus considérable a donc été de 53°5, mais il a fallu pour cela le concours de trente années. La plus grande variation que l'on ait éprouvée entre un hiver et un été voisin a eu lieu pendant l'été de 1838 et l'hiver qui a précédé : la différence s'est élevée à 49°6 tandis que la variation annuelle la plus faible a été de 32°7, en 1833 et en 1851.

La moyenne des *maxima* des étés est en général de 31°0 et la moyenne des *minima* des hivers de —10°7; on a donc une amplitude moyenne annuelle de 41°7.

Je donne dans le tableau suivant le nombre des *maxima* absolus et celui des *minima* absolus par degré; ces nombres ne se rapportent pas à une année ordinaire comptée de janvier à décembre, mais aux périodes annuelles de chaleur et de froid.

Nombre d'années où le maximum *a été compris entre les degrés :*

27,28	28,29	29,30	30,31	31,32	32,33	33,34	34,35
2	4	5	7	1	7	1	3

Nombre d'années où le minimum *a été compris entre les degrés :*

-3,-4	-4,-5	-5,-6	-6,-7	-7,-8	-8,-9	-9,-10	-10,-11	-11,-12	-12,-13	-13,-14	-14,-15	-15,-16	-16,-17	-17,-18	-18,-19
1	2	3	0	0	1	6	3	1	5	3	0	2	2	0	1

Il paraîtrait que les grands froids et les grandes chaleurs ne suivent pas une marche régulière, ou du moins qu'il faut de longues périodes d'observations pour arriver à cette régularité. Ce qui frappe particulièrement, c'est qu'il n'y a presque pas d'hiver où le *minimum* ait été compris entre — 6° et —9°, quoique cette dernière température approche beaucoup de la moyenne des *minima*.

Les *maxima* annuels absolus pendant trente années ne sont pas sortis des limites 27°2 et 34°7, offrant ainsi une variation de 7°5 seulement, tandis que les *minima* absolus des hivers ont oscillé entre les limites — 3°3 et — 18°8, dont la différence, 15°5, est plus que double de la précédente.

Les années chaudes et froides se succèdent-elles sans aucun ordre déterminé, ou bien y a-t-il quelque chance pour qu'une année chaude ou froide amène à sa suite une autre année de la même espèce ou d'espèce contraire? Telle est la question à laquelle il n'est pas possible encore de répondre d'une manière satisfaisante au bout de trente années d'observations, mais qu'il est permis au moins d'aborder. Voici dans quel ordre de succession se sont présentées les années chaudes et froides :

1° Dix années froides suivies d'une année chaude;
2° Huit années chaudes suivies d'une année froide;
3° Six années chaudes suivies d'une année chaude;
4° Quatre années froides suivies d'une année froide.

D'après ces résultats, le nombre des variations du froid au chaud ou du chaud au froid l'emporte sur celui des permanences. L'événement qui s'est

présenté le plus fréquemment est la succession d'une année chaude à une année froide; le plus rare a été l'arrivée d'une année froide après une autre année froide.

Je ferai remarquer que les quatre années où le *maximum* absolu a dépassé 33° sont 1834, 1846, 1857 et 1858, c'est-à-dire des époques distantes de onze à douze ans, et qui, coïncidence assez singulière, suivent d'assez près celles des *minima* des taches solaires.

D'après les moyennes des *maxima* mensuels par année, on trouve que les années les plus chaudes sont :

1834 1841 1846 1857 1859.

Les grands *maxima* de chaleur de l'été ne sont donc pas des effets isolés; les années 1834, 1846 et 1857 sont remarquables pour leur chaleur, tant dans la série des *maxima* moyens diurnes que dans celle des *maxima* moyens mensuels ou dans celle des *maxima* absolus. L'année 1841 au contraire, qui présente une forte moyenne des *maxima* mensuels, est ordinaire, si l'on considère la moyenne de tous les *maxima* diurnes, et décidément froide, si l'on établit le classement d'après les *maxima* absolus. L'année 1852, qui est remarquable pour les *maxima* diurnes et le *maximum* absolu, est ordinaire sous le rapport des *maxima* mensuels.

Je cite simplement ces faits; car les observations régulières de Bruxelles ne sont pas encore assez étendues pour pouvoir établir des rapprochements doués de probabilité suffisante, et d'autres séries d'observations plus anciennes ne paraissent pas confirmer ces rapports entre les chaleurs annuelles et la période des taches solaires. Il faudra attendre les années 1868 à 1870, afin de voir si des chaleurs exceptionnelles confirmeront ou non, pour Bruxelles, ces premiers aperçus.

Des saisons. — Les températures moyennes des saisons corrigées d'après les éléments donnés au tableau n° 9 sont les suivantes :

Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
2°72	8°95	17°40	10°23.

Voici les valeurs extrêmes de chacune d'elles, résultant des observations de trente années :

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
Saison la plus chaude. .	6°2	11°9	19°4	11°8
Année du *maximum* . .	1834	1862	1859	1857
Saison la plus froide . .	—1°1	6°1	15°3	8°9
Année du *minimum*. . .	1845	1837	1841	1842
DIFFÉRENCE. . . .	7°3	5°8	4°1	2°9

La température moyenne de l'automne est très-constante, celle de l'été l'est moins, celle du printemps encore moins, enfin celle de l'hiver est la plus variable. De l'hiver à l'automne, il y a donc marche progressive et resserrement des limites, mais de l'automne à l'hiver il y a un saut brusque.

Les températures des saisons se répartissent régulièrement des deux côtés de la moyenne; ainsi le nombre des hivers dont la température a été au-dessus de la moyenne déterminée par trente années est sensiblement le même que celui des hivers dont la température est restée plus bas. On peut donc présumer que les moyennes déduites des observations de trente ans sont déjà assez correctes, et qu'il n'existe pas de perturbations de la température s'étendant sur une saison entière, et assez énergiques pour altérer beaucoup cette moyenne.

Il se présente ici une question assez intéressante, dont la solution peut déjà être tentée au moyen de trente années d'observations. Y a-t-il indépendance entre les températures des différentes saisons, ou bien celles-ci sont-elles liées entre elles par quelque relation? L'illustre de Humboldt a dit à ce sujet dans le *Cosmos :* C'est une supposition tout à fait gratuite que d'espérer un été doux à la suite d'un hiver rigoureux, ou un hiver doux après un été froid.

J'ai examiné avec soin la marche des nombres, et je n'ai trouvé qu'une seule influence qui réunisse assez de probabilité en sa faveur : c'est celle des hivers sur les étés qui suivent. Il paraîtrait, contrairement à l'opinion populaire, à laquelle faisait allusion de Humboldt, que l'effet général d'un hiver froid serait de refroidir l'été qui suit, et que celui d'un hiver chaud serait au contraire d'échauffer l'été suivant.

Si l'on distingue les dix hivers les plus chauds des trente années, les dix moyens et les dix plus froids, et qu'on détermine la température moyenne des trois groupes et celle des étés qui suivent, on trouve :

Hiver.	Été.
4°,86	18°,52
3,11	17,82
0,77	17,19

Si l'on dispose les nombres autrement, en formant les hivers en quatre groupes, ceux qui dépassent la moyenne de deux degrés, ceux qui la dépassent de moins de deux degrés, et symétriquement ceux qui sont situés au-dessous de la moyenne, on a :

Trois hivers très-chauds	5°,77	19°,27	étés suivants.
Treize hivers chauds	3,98	18,05	
Neuf hivers froids.	2,29	17,48	
Cinq hivers très-froids	—0,06	17,10	

En outre, les étés qui ont suivi les hivers très-chauds ont toujours été plus chauds qu'un été moyen, et ceux qui ont suivi les hivers très-froids n'ont jamais été supérieurs à cette moyenne. Il paraîtrait donc qu'il y a là quelque chose de plus qu'un simple rapport accidentel.

Des mois. — Je commencerai par présenter, pour chaque mois, les *maxima* et les *minima* moyens, ainsi que la température moyenne corrigée d'après les données du tableau n° 9 :

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	L'année.
Maxima moyens. . .	4°,50	6°,15	8°,93	13°,45	18°,41	22°,32	23°,14	22°,59	19°,06	14°,37	8°,57	5°,63	13°,93
Minima moyens . . .	-0,16	0,73	2,16	4,86	8,58	12,23	13,43	13,45	10,90	7,82	3,47	1,22	6,56
Températ. moyenne.	1,93	3,08	5,14	8,62	13,07	16,80	17,89	17,51	14.48	10,53	5,60	3,15	9,82
Erreur probable. . . .	0,36	0,32	0,28	0,18	0,20	0,16	0,18	0,20	0,15	0,14	0,21	0,35	0,10

Le mois de janvier est le plus froid dans les trois séries; juillet est le mois le plus chaud pour les moyennes et pour les *maxima ;* mais pour les *minima*, août l'emporte un peu sur juillet.

Le mois qui représente le mieux la moyenne annuelle est octobre, mais

il est un peu trop chaud, particulièrement en ce qui concerne les *minima*. Avril, qui représente exactement l'année pour les *maxima*, est trop froid pour les *minima* et par conséquent aussi pour les moyennes.

Si l'on prend la moyenne des températures obtenues pour les mois d'avril et d'octobre, on obtient des résultats qui s'écartent peu de la valeur annuelle.

La formule suivante représente assez bien les températures moyennes mensuelles :

$$N = 9°82 - 8°25 \sin (n + 85°) + 0°33 \sin (2n + 39°).$$

Selon que $n = 0°$, $30°$ etc., N donne les températures de janvier, février, etc. Je me suis borné à deux termes; un seul aurait déjà suffi dans le cas actuel.

On trouve que février, juin et octobre sont plus chauds, et au contraire qu'avril, juillet et novembre sont plus froids que la formule ne l'indique.

Voici les écarts les plus grands qu'ont présentés en trente années les températures moyennes, les *maxima* et les *minima*.

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
Limites des températures moyennes.	7°,7	6°,1	8°,8	11°,1	16°,6	20°,5	21°,4	20°,6	16°,8	12°,0	10°,0	7°,7
	- 5,4	- 3,9	- 1,1	5,4	10,4	14,5	15,0	14,5	12,2	7,8	1,6	- 2,4
VARIATIONS.	13,1	10,0	9,9	5,7	6,2	6,0	6,4	6,1	4,6	4,2	8,4	10,1
Limites des *maxima* moyens.	10,2	9,2	13,2	16,9	22,7	26,7	27,8	27,5	22,5	16,1	12,8	10,0
	- 1,8	- 0,4	2,4	9,4	14,8	19,2	19,4	19,1	16,4	11,5	4,9	0,0
VARIATIONS.	12,0	9,6	10,8	7,5	7,9	7,5	8,4	8,2	5,9	4,6	7,9	10,0
Limites des *minima* moyens.	5,5	3,8	6,0	7,2	11,8	15,3	16,7	15,8	13,2	9,8	8,0	6,0
	- 8,6	- 6,6	- 3,9	2,4	6,5	10,4	11,5	10,2	8,8	5,3	- 0,7	- 4,8
VARIATIONS	14,1	10,4	9,9	4,8	5,3	4,9	5,2	5,6	4,4	4,5	8,7	10,8
Maximum diurne le plus élevé.	13,5	18,2	20,9	25,7	28,8	34,7	33,9	34,6	28,7	25,6	19,1	15,2
Maximum diurne le moins élevé.	-13,1	- 8,3	- 5,9	0,8	7,6	11,4	14,2	13,8	11,4	3,8	- 2,9	- 8,3
VARIATIONS.	26,6	26,5	26,8	24,9	21,2	23,3	19,7	20,8	17,3	19,8	22,0	23,5
Minimum diurne le moins bas.	10,8	9,7	11,4	13,7	19,2	21,0	22,2	20,2	18,6	16,0	14,5	11,6
Minimum diurne le plus bas.	-18,8	-16,6	-13,0	- 4,1	0,8	4,0	7,5	5,9	2,8	- 1,4	-10,4	-15,8
VARIATIONS.	29,6	26,3	24,4	17,8	18,4	17,0	14,7	14,3	15,8	17,4	24,9	27,4

La valeur la plus petite des limites supérieures se présente en février; pour les *maxima* absolus seulement, elle se produit dès le mois de janvier. Comme époque de la valeur la plus grande des limites supérieures on trouve juillet, excepté pour les *maxima* absolus, qui avancent également d'un mois. Les valeurs les plus grandes et les plus petites des limites inférieures se présentent toutes en janvier et en juillet.

Ce retard des limites supérieures sur les limites inférieures, en hiver, mérite d'être soigneusement noté. Il sert à caractériser l'influence exercée par les grands coups de froid de l'hiver, et montre que ceux-ci jouent le rôle de cause active en abaissant d'abord les limites inférieures de la température.

L'examen des variations extrêmes aux différentes époques de l'année conduit aussi à quelques conclusions intéressantes. Les variations les plus grandes ont lieu en janvier; pour les *maxima* absolus seuls l'écart *maximum* a lieu un peu plus tard. Les variations les plus petites se présentent en septembre et en octobre; mais dans ce cas, il y a avance d'un grand mois pour les *minima* absolus.

La variation de la température moyenne d'octobre n'est que de 4°2, tandis que celle de janvier atteint 13°1; il y a donc une différence de 8°9, quand on compare les mois extrêmes. Si l'on établit des rapprochements analogues pour les différentes séries, on trouvera les différences annuelles qui suivent :

VARIATIONS des températures mensuelles pendant l'année :	POUR les *maxima* absolus.	POUR les *maxima* moyens.	POUR les températures moyennes.	POUR les *minima* moyens.	POUR les *minima* absolus.
La plus grande	26°8	12°0	13°1	14°1	29°6
La plus petite	17,3	4,6	4,2	4,4	14,3
DIFFÉRENCE. . .	9,5	7,4	8,9	9,7	15,3

Ce sont les *maxima* moyens mensuels qui ont les différences les moins considérables dans leurs variations, aux différentes époques de l'année, et les *minima* absolus qui offrent les plus fortes.

Outre le *maximum* de variation de janvier, on reconnaît pendant les chaleurs, depuis le mois de mai jusqu'au mois de juillet, les traces d'un second *maximum* moins prononcé, séparé du précédent par un faible *minimum* en avril ou en mai.

En consultant les erreurs probables des températures moyennes mensuelles, on trouve que la plus grande fixité de la température a lieu en septembre et en octobre, et ensuite en juin; la plus grande variabilité se présente pendant l'hiver, puis au mois d'août.

M. Mädler, dans son intéressant travail sur la température de Berlin : *Ueber den Gang der Temperatur im Laufe des Jahres*, a trouvé les mêmes époques. Leur existence n'est donc pas accidentelle ou locale.

De novembre à février, les variations mensuelles des *minima* sont plus fortes que celles des *maxima ;* le contraire a lieu de mars à octobre. Si l'on compare mois par mois les variations correspondantes des différentes séries, on verra que, pour les *maxima* et les *minima* moyens, la plus grande différence a lieu en juillet, tandis que pour les *maxima* et les *minima* absolus, elle se présente dès le mois d'avril. Ici encore le fait n'est pas local, et M. Mädler a trouvé exactement les mêmes époques pour Berlin.

Quand on a déterminé la température moyenne d'un mois, il peut être intéressant de rechercher comment les valeurs particulières se groupent autour de la moyenne, et notamment s'il s'en trouve autant au-dessus qu'au-dessous de cette moyenne. Voici ce relevé :

NOMBRE DE MOIS dont la température a été :	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
Supérieure à la moyenne . .	17	18	15	17	14	14	12	15	16	15	13	19
Inférieure à la moyenne . .	12	10	15	13	16	15	17	15	13	14	17	11

Pendant l'hiver, on compte cinquante-quatre mois plus chauds qu'un mois ordinaire, et seulement trente-trois mois plus froids. Les autres saisons ne

présentent pas de résultats aussi caractéristiques; trois mois seulement donnent des différences un peu marquées : ce sont avril, qui a été plus souvent au-dessus de la moyenne qu'au-dessous, et juillet et novembre où le contraire a eu lieu.

On trouve aussi que, généralement, les écarts au-dessous de la moyenne sont, pendant l'hiver, plus grands que ceux au-dessus de la moyenne, et que l'inverse a lieu pendant l'été. Ce résultat peut se déduire également du relevé qui précède; car il est bien clair que les écarts doivent être plus nombreux, là où ils sont plus petits.

Les températures moyennes de chaque mois variant d'une année à l'autre dans des limites assez étendues, on peut désirer connaître si la température élevée ou basse d'un mois offre quelque probabilité pour que la température moyenne du mois suivant soit de la même espèce ou d'espèce contraire. Le tableau n° 7 offre les éléments de ce calcul. Voici le nombre de combinaisons des signes par groupes de deux mois :

	+ +	+ —	— +	— —
Janvier-février	13	3	5	6
Février-mars	10	8	3	7
Mars-avril.	10	5	7	8
Avril-mai	7	10	7	6
Mai-juin.	6	7	8	8
Juin-Juillet	7	7	5	9
Juillet-août	7	5	7	10
Août-septembre.	9	5	7	8
Septembre-octobre	9	6	6	7
Octobre-novembre	5	10	7	7
Novembre-décembre . . .	9	4	10	7
Décembre-janvier	12	6	5	5
SOMMES. . .	104	76	77	88

Le nombre de permanences pendant l'année l'emporte un peu sur le nombre de variations des signes; la différence est surtout marquée pour les permanences chaudes. Si l'on distingue les saisons, on trouve que de novembre à avril, les permanences de chaleur sont au nombre de cinquante-quatre, tandis qu'il n'y a que vingt-six mois chauds suivis de mois froids,

c'est-à-dire seulement la moitié. Cet effet est surtout prononcé de novembre à février, et il est tout à fait remarquable de janvier à février.

Pendant la saison chaude, les combinaisons + + et + — sont à peu près en même nombre; octobre chaud, seul, paraît donner lieu à une variation pour novembre.

Les mois d'une température inférieure à la moyenne amènent aussi à leur suite presque autant de variations que de permanences dans la température; il n'y a que deux exceptions : février et juin froids ont amené, deux fois sur trois, mars et juillet froids.

On peut faire d'autres rapprochements entre les valeurs moyennes de la température. En voici quelques-uns qui sont fort inégalement probables, mais que je présente toujours, laissant aux années à venir à les confirmer ou à les rejeter.

Janvier a offert cinq fois une température moyenne supérieure à 5°; la température du mois de décembre précédent avait été de plus de 3° $^1/_2$.

Les quatre étés qui ont eu la température moyenne la plus élevée ont amené des automnes plus chauds que la moyenne. Quand la température de juillet a surpassé de 1° la moyenne, celle d'août a été aussi supérieure à la moyenne, et quand juillet a été plus froid que la moyenne de 1°3, août a été au-dessous de la moyenne.

Les fortes chaleurs de l'été ne paraissent pas complétement indépendantes entre elles. Juillet a présenté deux fois une température supérieure à 33°; le mois de juin précédent avait offert un *maximum* supérieur à 30°.

Quand le mois d'août a donné des chaleurs de 30°, 32°, 34°, le mois de juillet précédent avait atteint 29°, 30° et 32°.

On pourrait faire des rapprochements analogues en comparant des mois situés à quelque intervalle; plusieurs de ces rapports sont même populaires, mais dans l'état actuel de la météorologie, on ne pourrait obtenir que des résultats très-problématiques. Le tableau n° 7 offre, du reste, le moyen de faire sans peine toute espèce de calcul de ce genre.

Mon père a déjà fait observer, en 1845, que la limite inférieure des températures diurnes se rapproche et s'éloigne alternativement de la moyenne

pendant le cours de l'année, tandis que la limite supérieure reste presque invariablement à même distance de cette moyenne.

Je donne ici par mois les écarts du jour le plus chaud et le plus froid, ainsi que ceux des deux températures extrêmes absolues, comparés avec la moyenne mensuelle.

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
ÉCART DU JOUR:												
Le plus chaud	9°9	10°4	10°3	10°4	10°2	10°5	9°3	8°8	7°9	8°1	10°7	9°5
Le plus froid	18,1	14,9	14,1	9,3	8,7	7,8	6,6	6,2	6,7	9,3	12,2	15,5
ÉCART DE LA TEMPÉRATURE:												
La plus chaude.	11,6	15,1	15,8	17,1	15,7	17,9	16,0	17,1	14,2	13,1	15,5	12,0
La plus froide	20,7	19,7	18,1	12,7	12,3	12,8	10,4	11,6	11,7	11,9	16,0	19,0

La constance que présentent les différences entre la température du jour le plus chaud de chaque mois et la moyenne du mois est très-remarquable. Les vingt années qui se sont écoulées depuis que mon père en a fait la première remarque, d'après dix ans d'observations, n'ont eu d'autre influence que de régulariser encore plus les nombres. Une circonstance assez singulière, c'est qu'à Bruxelles cette différence représente presque exactement la température moyenne de l'année.

On pourrait conclure de tout ce qui précède, qu'une moyenne arithmétique ne représente pas toujours exactement la température normale, et que par exemple janvier 1838, février 1845 et 1855, et mars 1845 ont offert des températures en état de perturbation qui complètent, à la vérité, la moyenne de ces trois mois, mais qui tendent à altérer leur température normale. Et, en effet, on doit attribuer à cette influence qu'en hiver le nombre des mois plus chauds que la moyenne l'emporte sur le nombre des mois plus froids. Il est possible qu'une longue suite d'années neutralise ces influences, mais il pourrait arriver également qu'une grande perturbation périodique altérât les températures normales d'une manière permanente. Au reste, ce n'est

point ici le lieu d'insister sur ces considérations, il suffit de remarquer que plusieurs des rapports statistiques établis précédemment peuvent dépendre simplement de l'existence d'une perturbation périodique de la température.

On a vu que janvier est le mois dont la température est descendue le plus bas, on trouve ensuite février, décembre, mars et novembre; mais cet ordre ne se maintient pas, quand il s'agit des basses températures que l'on est certain d'atteindre chaque année. Un seul mois a toujours amené des gelées, c'est décembre; février et mars ont toujours amené des températures inférieures à 1°C., et janvier des températures inférieures à 2°C. Ainsi, relativement aux froids que l'on est certain d'atteindre, janvier n'occupe que le quatrième rang. C'est, sous une autre forme, la même conclusion à laquelle conduit l'extrême variabilité des températures de ce mois.

Les mois, classés d'après les chaleurs extrêmes, sont : juin, août, juillet, mai, septembre; mais si on les range d'après les hautes températures que l'on observe chaque année, on obtient le nouvel ordre : juillet, juin, août, mai, septembre, qui ne diffère du précédent qu'en ce que juillet est passé de la troisième à la première place.

La dépression de juillet, comparée aux températures extrêmes des deux mois voisins, est une anomalie remarquable, sur laquelle je reviendrai dans la troisième section.

Dans les deux seuls mois de juin et de juillet, la température dépasse chaque année 24°C.; en août elle dépasse toujours 23°C., en mai 20°C. et en septembre 19°C.

Des gelées. — Parmi les phénomènes que produisent les variations de la température, un des plus remarquables est celui des gelées; il est particulièrement intéressant à cause de son influence sur la végétation et sur la navigation. Il mérite donc ici une mention spéciale.

On trouve d'abord au tableau n° 8 que l'hiver amène à Bruxelles 53 jours de gelée, qu'il peut en présenter 91, mais jamais moins de 18, et que le nombre de jours où le froid atteint —10° est en moyenne de 3 seulement,

et s'est élevé une fois à 21. Voici, par mois, le nombre moyen de jours de gelée, le nombre le plus grand et le plus petit :

	Octob.	Novemb.	Décemb.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.
Nombre moyen	0	6	11	14	11	9	2
Nombre le plus fort.	3	22	28	28	27	22	9
Nombre le plus faible	0	0	1	0	0	0	0

Le seul mois de décembre a donc toujours amené des gelées, et aucun n'en a présenté plus de 28. Cependant le nombre de jours consécutifs où la température est descendue à zéro est bien supérieur à 28; il s'est élevé une fois à 45, mais ceux-ci étaient répartis entre les mois de février et de mars.

Il est avantageux dans certains cas de savoir, au moment où une période de gelée commence, combien de temps elle pourra se prolonger. Voici ce qu'indique à cet égard l'expérience de trente années :

Une gelée qui commence avant le	26	octobre	ne dure que	1	jour ;
Une gelée qui commence le	26	»	peut durer	3	jours.
» »	2	novembre	»	5	»
» »	7	»	»	7	»
» »	9	»	»	8	»
» »	15	»	»	11	»
» »	30	»	»	20	»
» »	9	décembre	»	28	»
» »	6	janvier	»	33	»
» »	6	février	»	45	»
» »	17	»	»	25	»
» »	18	»	»	21	»
» »	17	mars	»	14	»
» »	20	»	»	9	»
» »	6	avril	»	8	»
» »	19	»	»	5	»
» »	20	»	»	1	»

On a vu que, pendant le cours de trente années, la première gelée s'est présentée le 19 octobre, mais que 1864 a avancé cette date au 5 du même mois, et que la dernière gelée n'a pas dépassé le 25 avril. On se demandera si, entre ces deux limites, il y a des jours où il n'a jamais gelé ou bien

d'autres où il a toujours gelé. Le tableau n° 5 répond à la première question; il montre que du 26 octobre au 21 avril, il n'existe qu'un seul jour où le thermomètre ne soit pas descendu à zéro, c'est le 2 avril. Il est probable que, par la suite, cette anomalie disparaîtra et qu'en outre les quatre ou cinq gelées qui sortent des limites ci-dessus seront reliées à la grande période par des gelées nouvelles, mais il faudra sans doute longtemps pour atteindre ce dernier résultat.

En ce qui concerne la deuxième question, si l'on parcourt les tableaux des *minima* diurnes pendant trente ans, on s'assurera bientôt qu'il n'existe pas un seul jour où il ait gelé chaque année, que même on ne peut pas assigner un seul groupe de deux, de trois, etc., jours consécutifs où l'on soit certain d'atteindre le zéro. La période la moins étendue pendant laquelle on a toujours observé de la gelée ne comprend pas moins de dix-neuf jours, et s'étend du 13 novembre au 1er décembre. Ainsi, à Bruxelles, il n'existe pas de période de dix-huit jours consécutifs pendant laquelle on peut affirmer qu'il gèlera.

J'ai recherché s'il y avait quelque relation entre les gelées précoces de l'automne et les gelées tardives du printemps, mais il ne paraît pas qu'il en existe; je citerai seulement ce fait, qui peut fort bien n'être qu'accidentel, c'est que l'hiver où les gelées ont fini le plus tôt (24 février) est celui de 1835-1836; or, il se trouve que précisément pendant les trente années, c'est aussi l'hiver où elles ont commencé le plus tôt (le 19 octobre). En 1864 il a gelé dès le 5 octobre, c'est-à-dire quinze jours plus tôt qu'en aucune autre année; cependant, en 1865, il y a encore eu une petite gelée le 4 avril; il est vrai qu'ensuite est survenu un mois d'avril excessivement chaud, le plus remarquable qui se soit présenté jusqu'ici à Bruxelles.

On verra encore avec intérêt qu'un froid de 10° a toujours fait partie d'une période de quatre jours de gelée au moins; un froid de 12° d'une période de sept jours; un froid de 14° d'une période de dix-huit jours; enfin, un froid de 18°, d'une période de trente-trois jours de gelée.

Par un ciel serein, la température des végétaux peut descendre quelquefois de plusieurs degrés au-dessous de la température de l'air accusée par

les thermomètres ordinaires. Cette découverte, due au physicien Wells, a servi à expliquer les effets désastreux produits au printemps par les nuits sereines, tandis que les thermomètres restaient plus haut que le point zéro. Quelquefois il peut y avoir une différence de plus de 6° entre ces deux espèces d'indications, mais généralement on admet que les plantes qui craignent la gelée ne sont pas menacées, lorsque le *minimum* thermométrique ne descend pas au-dessous de +4° : d'après le tableau n° 5, les deux jours qui servent de limite à ce degré de froid sont le 14 septembre et le 21 mai. C'est ce que connaissent fort bien les horticulteurs qui ont un intérêt spécial à déterminer ces limites, particulièrement au printemps. Les 11, 12 et 13 mai sont les derniers jours qui ont présenté des *minima* inférieurs à 2°, tandis que le 9 et le 10 le *minimum* s'était déjà relevé.

On a vu précédemment que le froid des hivers dépassait chaque année —3°, mais sans atteindre —4°, et que dans certaines années il était descendu plus bas que —18°, tandis que la température —19° est une limite qui n'a pas été atteinte en trente ans.

Quand on consulte les tableaux n° 10, on trouve qu'une température de —4° peut s'observer jusqu'au 9 avril, mais que si on ne l'a pas notée avant le 15 février, on ne l'aura plus. De même quand on n'a pas observé —10° en janvier, on ne l'observe plus ensuite; cependant cette température s'est présentée cinq fois en février ou en mars, mais dans ce cas on l'avait observée antérieurement en janvier.

On peut faire des remarques analogues relativement aux fortes chaleurs. Ainsi, quoiqu'on ait observé la température de 30° le 26 août, elle ne paraît plus devoir se présenter quand elle n'a pas été enregistrée avant le 25 juillet.

Des jours froids et chauds. — Le nombre de jours dont la température moyenne n'a jamais atteint la moyenne annuelle en trente ans, est de 42, savoir : un en novembre, le 23, sept en décembre, seize en janvier, seize en février et deux en mars, le 3 et le 6. Le nombre de jours dont la température, au contraire, n'est jamais descendue au-dessous de la moyenne annuelle est de 101, qui se distribuent de la manière suivante : un en mai,

le 31, vingt-quatre en juin, trente et un en juillet, trente et un en août, et quatorze en septembre, le dernier se présentant le 20.

Quand les observations auront été prolongées plus longtemps, ces nombres diminueront certainement, mais il est remarquable, dès à présent, que leur rapport soit supérieur à celui de deux à un.

J'ai donné, dans les tableaux n° 18, un relevé des jours très-chauds et très-froids[1] de la période 1833-1862. On trouve que, en moyenne, une année présente dix-huit jours chauds; que 1841 en a eu trente-quatre et 1860 trois seulement. En ce qui concerne les jours froids, le nombre moyen annuel est douze, le nombre le plus grand est trente-huit, en 1855, et le plus petit un, en 1854.

Si l'on distingue les mois, on reconnaît qu'aucun d'eux n'a présenté chaque année des jours chauds ou froids. J'ai réuni dans le tableau suivant le nombre moyen des jours de chaque espèce, ainsi que le nombre *maximum* :

Nombre de jours chauds et froids par mois.

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Décemb.
Nombre moyen des jours chauds	1	1	2	5	3	3	3	2	1	0	1	1
Nombre *maximum*	5	4	11	9	13	14	14	14	7	2	3	6
Nombre d'années où l'on a eu des jours chauds.	7	5	13	18	20	21	20	14	13	6	5	6
Nombre moyen des jours froids	3	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	2
Nombre *maximum*	18	16	15	4	7	4	1	6	2	2	6	11
Nombre d'années où l'on a eu des jours froids.	16	12	10	11	15	13	6	3	7	8	8	9

On retrouve donc sous une nouvelle forme la variabilité plus grande des froids comparés aux chaleurs. Octobre est le seul mois qui, en moyenne,

[1] Voir à la note 1 la définition des jours chauds et froids.

n'offre aucun jour ni froid ni chaud; juin offre le plus grand nombre de jours chauds, et janvier le plus grand nombre de jours froids. Mais ce qui est très-remarquable, c'est que les années qui ont donné des jours froids en mai sont presque aussi nombreuses que celles qui ont donné des jours froids en janvier. Toute la différence dépend de la durée plus grande des périodes froides en hiver.

Avant de terminer ce qui a rapport aux moyennes, je dirai quelques mots des tableaux n°s 13, 16 et 17. Dans le premier se trouve un relevé des températures moyennes diurnes de chaque degré pour les trente années 1833-1862. Le seul point sur lequel j'attirerai ici l'attention est que, dans le résumé général relatif à l'année, le nombre des températures observées croît assez régulièrement, quand on s'écarte des valeurs extrêmes pour se rapprocher de la moyenne; seulement, au lieu de trouver un *maximum* vers la température de 10°, on en trouve deux vers les températures de 6 à 7° et de 15 à 16°, tandis qu'il existe vers 11° une dépression très-considérable.

Ainsi les chaleurs de l'été et les froids de l'hiver entraînent alternativement la masse des températures moyennes au-dessus et au-dessous de la moyenne générale, et cette action est assez énergique pour ne pas pouvoir être compensée par les températures intermédiaires des saisons équinoxiales. La moyenne annuelle ne représente donc pas la température diurne qui se reproduit le plus fréquemment; elle n'est que le résultat d'une compensation entre les températures froides et chaudes.

Les tableaux n°s 15 et 16 doivent être regardés comme le complément du n° 13. Celui-ci donne la répartition des températures diurnes de chaque degré; les deux autres font connaître suivant quel ordre ces températures se succèdent. Le premier se rapporte aux périodes qui se sont maintenues sans interruption au-dessus ou au-dessous de la moyenne, le second a particulièrement rapport à celles pendant lesquelles la température diurne a constamment monté ou descendu.

Le nombre de périodes des températures diurnes chaudes ne diffère que peu de celui des périodes froides. La longueur moyenne est d'un peu plus

de cinq jours, tandis que la limite est de soixante. En hiver, et surtout en décembre, la permanence des jours chauds ou froids est plus grande qu'en été; les périodes de chaleur pendant le mois de décembre atteignent moyennement jusqu'à huit jours. En été les périodes chaudes sont un peu plus courtes que les périodes froides et ont une durée de quatre jours environ.

Quand on cherche théoriquement quel devrait être le nombre des périodes chaudes ou froides d'un jour, de deux jours, etc., en supposant que les jours chauds ou froids se groupent d'après la simple loi des causes accidentelles, on trouve des résultats très-différents de ceux que fournit l'observation.

En nommant N le nombre total de jours, les périodes de 1, de 2, etc. jours, sont représentées par les termes de la série $\frac{N}{2^2} + \frac{N}{2^3} + \frac{N}{2^4}$ dont la somme vaut $\frac{N}{2}$; il en résulte que le nombre des périodes devrait être la moitié du nombre des jours. D'ailleurs, il est bien clair qu'en multipliant le nombre de fois que chaque période se présente par le nombre de places qu'elle comprend, on doit trouver la totalité des jours, ce qui se montre par l'égalité

$$\frac{N}{2^2} + \frac{2N}{2^3} + \frac{3N}{2^4} \ldots\ldots = N.$$

En appliquant ceci aux 10957 jours compris dans les trente années 1833-1862, on trouve que le nombre de jours isolés froids ou chauds devrait être 2739, celui des périodes de deux jours froids ou chauds successifs 1370, et ainsi de suite. Pour les périodes de cinq à six jours, l'observation est d'accord avec la théorie; mais pour les périodes plus courtes, les nombres observés sont beaucoup plus faibles que les nombres théoriques; ils sont au contraire beaucoup plus forts pour les périodes de plus de six jours.

Voici les coefficients donnés par l'expérience. Relativement aux jours isolés plus chauds et plus froids que la moyenne, au lieu de $N \times \overline{0,50}^{2}$ on trouve $N \times \overline{0,22}^{2}$. Le nombre de périodes de deux, trois, quatre, cinq et

dix jours ne s'obtient pas en multipliant le nombre de périodes plus courtes d'un jour par 0,50, mais par 0,72; de six à onze jours ce coefficient s'élève à 0,80, et au delà il est environ de 0,90.

Ainsi les périodes d'un jour sont en nombre extrêmement petit relativement à ce que le calcul indique, et plus les périodes sont longues, plus leur nombre devient considérable. On peut attribuer ce fait à deux causes différentes, en supposant que les chaleurs et les froids aient un caractère de permanence qui tend à prolonger la durée des périodes au delà des limites théoriques calculées dans l'hypothèse de la simple loi des causes accidentelles, ou bien que les longues périodes soient trop prépondérantes par suite de la méthode de calcul qui a été employée. Mon père a signalé depuis longtemps l'existence de cette dernière cause; la conception de la moyenne diurne est très-utile en effet dans les calculs relatifs à la température, mais elle n'est pas fournie par la nature elle-même. Pour suivre les lois naturelles, il faudrait calculer la température normale pour tous les instants de l'année, et alors comparer les suites annuelles avec cette suite normale. Il est certain que le nombre des intersections des deux courbes serait beaucoup plus considérable que lorsqu'on se borne à comparer les moyennes diurnes. C'est probablement de là que provient en partie le nombre très-petit des périodes courtes et le nombre trop grand de celles qui ont plus d'étendue.

Les périodes ascendantes et descendantes de la température présentent une marche plus régulière. Si l'on réunit les deux espèces de périodes dont le nombre est peu différent, et que l'on attribue aux périodes d'un seul jour les températures stationnaires, on trouve la suite

2462 1508 807 355 186 74 27 7 2

dont les coefficients, au lieu de 0,50, sont : pour la période d'un jour 0,47; jusqu'à cinq jours en moyenne 0,52, et pour les périodes plus longues 0,32. Dans cet exemple, le nombre de périodes d'un jour est un peu faible; de deux à cinq jours, ce nombre est trop grand et ensuite il décroît plus rapidement que ne l'indique le calcul; car celui-ci donne

encore onze périodes de neuf jours, tandis que l'observation n'en présente que deux.

Ainsi, tandis que, dans l'exemple précédent, il paraissait y avoir une tendance à ce que les périodes froides eussent une durée supérieure à celle qu'indiquait le calcul, même en tenant compte de la source d'erreurs dont il a été parlé ci-dessus, dans le cas actuel, au contraire, il paraît y avoir une cause qui ne permet pas à la température de prendre tout son développement, et qui arrête les périodes d'ascension et de descente avant que le *maximum* ou le *minimum* ait été atteint.

On remarquera que le nombre de périodes est plus considérable pendant la saison chaude que pendant les froids, et que par suite leur durée est plus grande en hiver; ce qui s'accorde avec les résultats conclus des nombres du tableau n° 16.

Durée des gelées et des chaleurs. — Le tableau n° 8 présente, par année, le nombre de jours où la température a atteint 20°, 25°, 30°, et le nombre de ceux où elle est descendue à 0°, à —5° et à —10°. On trouve que dix-sept hivers sur trente ont amené cette dernière température et que dix-neuf années sur trente ont offert une chaleur de 30°.

Je donne ci-dessous, par période annuelle, le nombre de jours qui ont été compris entre la première et la dernière gelée, et celui des jours qui ont embrassé les températures de 25°. J'y ai joint une autre donnée sur laquelle l'attention a été spécialement appelée par Arago. La continuité du froid, sans aucune interruption, dit cet illustre physicien, est un fait qui mérite aussi de fixer l'attention. Il ne faut pas considérer seulement le nombre total de jours de gelée d'une année; on doit encore supputer le nombre de jours pendant lesquels il a gelé sans aucune interruption.

Les deux colonnes du tableau, relatives à la continuité du froid et de la chaleur présentent, par hiver et par été, le nombre de jours pendant lesquels il a constamment gelé, ou dont la température a atteint sans interruption le 25me degré.

Tableau de la continuité du froid et de la chaleur.

ANNÉES.	PÉRIODE de gelée.	NOMBRE de jours successifs de gelée.	PÉRIODE comprenant les températures de 25°.	NOMBRE de jours successifs où la temp. a atteint 25°.	ANNÉES.	PÉRIODE de gelée.	NOMBRE de jours successifs de gelée.	PÉRIODE comprenant les températures de 25°.	NOMBRE de jours successifs où la temp. a atteint 25°.
	Jours.	Jours.	Jours.	Jours.		Jours.	Jours.	Jours.	Jours.
1833	?	13	77	4	1848	111	23	107	3
1834	157	4	136	10	1849	164	9	104	6
1835	157	5	81	12	1850	129	20	62	6
1836	129	8	65	7	1851	139	4	73	8
1837	169	10	87	8	1852	169	7	106	19
1838	154	33	117	6	1853	120	14	88	4
1839	142	11	127	7	1854	158	28	68	8
1840	160	21	129	4	1855	161	19	96	4
1841	97	21	141	5	1856	153	8	68	8
1842	153	16	82	10	1857	150	10	105	7
1843	160	9	94	7	1858	151	25	110	10
1844	133	9	92	4	1859	153	11	92	9
1845	113	45	42	8	1860	124	13	60	2
1846	131	4	102	11	1861	170	19	86	6
1847	160	20	91	8	1862	165	15	102	4
1833-47 . .	144	15	98	8	1848-62 . .	148	15	88	7

II. — *De la variation annuelle.*

On nomme généralement variation annuelle l'ensemble des modifications que subit la température pendant le cours d'une année. Cependant la troisième section de ce mémoire étant spécialement consacrée aux anomalies, il ne sera traité ici que de la marche moyenne annuelle de la température, supposée soumise à la loi de continuité.

On reconnait d'abord, par les tableaux n°s 1, 2, 3 et 5 de l'appendice, que les séries relatives aux températures moyennes, aux *maxima* ou aux *minima*, offrent ce caractère commun qu'elles ont un *maximum* principal après le solstice d'été, et un *minimum* principal après le solstice d'hiver. Je m'occuperai d'abord de la détermination de ces deux époques importantes.

De l'époque des températures extrêmes de l'année. — Le jour qui a la température moyenne la plus élevée, d'après les observations de trente années, est le 15 juillet; celui qui a la température la plus basse est le 10 janvier; mais ces dates ne peuvent pas encore être regardées comme très-bien déterminées. Je donne ici, séparément pour les trois périodes de dix années, les époques des températures diurnes extrêmes :

1833-1842.	1843-1852.	1853-1862.
10 janvier.	3 janvier.	20 décembre.
20 août.	7 juillet.	16 juillet.

On voit qu'en déterminant ces époques par les observations de dix années seulement, on peut commettre des erreurs considérables, et qu'il est prudent de n'accepter qu'avec circonspection les dates du 10 janvier et du 15 juillet. Il n'y a cependant pas lieu de croire qu'elles varient beaucoup à la suite de nouvelles observations. Voici quelques déterminations prises dans les villes qui ne sont pas trop distantes de Bruxelles. Alexis Bouvard, par vingt et une années, a fixé le *minimum* de Paris au 14 janvier, et le *maximum* au 14 juillet. M. Glaisher, par cinquante années, a trouvé, pour Londres, le 8 janvier et le 15 juillet. M. Mädler, par cent dix ans, porte le *minimum* de Berlin au 9 janvier et le *maximum* au 30 juillet.

Outre le *maximum* et le *minimum* des moyennes diurnes de chaque jour, il existe, dans les déterminations relatives aux températures, quelques autres *maxima* et *minima* qui sont présentés ci-dessous :

ÉPOQUES DES EXTRÊMES		
des températures moyennes diurnes	10 janvier	15 juillet.
des *maxima* moyens diurnes	10 »	17 »
des *minima* moyens diurnes	10 »	20 août.
ÉPOQUES MOYENNES DES TRENTE TEMPÉRATURES		
moyennes diurnes les plus hautes et les plus basses	14 janvier	15 juillet.
maxima » » »	14 »	9 »
minima » » »	12 »	18 »
ÉPOQUES DE LA TEMPÉRATURE		
moyenne diurne la plus haute et la plus basse en trente ans.	19 janvier	16 juin et 17 juillet.
maximum » » »	19 »	16 juin.
minimum » » »	16 »	14 et 17 juillet.
MOYENNE.	14 janvier	14 juillet.

Les époques moyennes du froid et de la chaleur à Bruxelles se présentent donc le 14 janvier et le 14 juillet, et l'on a moins à craindre de les voir se déplacer beaucoup, que si on les avait déterminées par les températures moyennes seules, ou surtout par les *maxima* et les *minima* absolus.

Il existe encore deux autres époques remarquables relativement au froid et à la chaleur : celles-ci, que je nommerai *centre de froid* et *centre de chaleur,* se déterminent de la manière suivante : en trente années le degré 0 du thermomètre n'a été atteint que du 19 octobre au 25 avril; l'instant moyen est donc le 21 janvier. En opérant d'une manière analogue sur les vingt-sept températures froides depuis +8° jusqu'à —18°, on trouve en moyenne, pour *centre de froid,* l'époque du 22 janvier. En faisant le même calcul pour les températures les plus élevées, depuis +14° jusqu'à +34°, on trouve le 13 juillet.

Il est assez remarquable que le *centre de chaleur* de l'année coïncide presque exactement avec l'époque moyenne des grandes chaleurs qui a été déterminée par un procédé différent; au contraire le *centre de froid* arrive huit jours après l'époque moyenne des grands froids. Ainsi les basses températures s'écartent davantage de l'instant du grand froid après le *minimum* qu'avant; on doit en conclure que la chute de la température est plus rapide et plus brusque que son élévation.

La température moyenne de chaque jour de l'année, déduite de trente ans d'observations, offre encore un assez grand nombre d'irrégularités. On le reconnait facilement à l'inspection du tableau suivant, qui présente, à la date du premier jour de chaque décade, le changement de température survenu pendant la décade qui a précédé :

Janvier	1	+0°,60	Avril	1	+2°,62	Juillet	1	—1°,13	Octobre	1	—0°,84
	11	—1,79		11	—0,54		11	+1,07		11	—1,44
	21	+0,66		21	+1,88		21	+0,22		21	—2,07
Février	1	+1,15	Mai	1	+1,03	Août	1	+0,13	Novembre	1	—1,70
	11	—0,19		11	+1,87		11	+0,29		11	—2,05
	21	+1,08		21	+1,20		21	—0,27		21	—1,50
Mars	1	+0,14	Juin	1	+1,88	Septemb.	1	—1,95	Décembre	1	+0,75
	11	+0,59		11	+1,24		11	—0,74		11	—2,28
	21	+1,42		21	+0,82		21	—1,32		21	—0,85

Au lieu de deux variations de signes, que l'on devrait avoir dans une série régulière, on en trouve douze. On reconnaît donc l'existence de causes perturbatrices énergiques et agissant généralement dans le même sens, puisque même après trente années elles sont encore si caractérisées.

Régularisation des températures diurnes. — Quand on veut saisir la loi de développement d'une série de nombres, on doit commencer par régulariser ceux-ci. Plusieurs méthodes ont été proposées dans ce but. On a employé les procédés graphiques; après avoir représenté les séries par des courbes, on construit une ligne moyenne dont on mesure ensuite les ordonnées. Ce procédé, mis en usage par un observateur habile, ne peut pas conduire à de grandes erreurs, mais il n'offre peut-être pas la rigueur désirable. On a aussi représenté les nombres par des formules mathématiques, et l'on a appliqué aux séries les résultats obtenus en opérant sur les formules.

J'ai essayé de régulariser les séries par un procédé différent, qui ne suppose que la loi de continuité des nombres. Voici en quoi il consiste : d'après le tableau n° 3, les températures moyennes des trois premiers jours de janvier sont 2°87, 1°93 et 1°71; les températures des dates intermédiaires 1,5 et 2,5 seront, en interpolant par la simple loi de continuité 2°40, et 1°82; ensuite, en prenant la moyenne de ces deux dernières valeurs, la température moyenne du 2 janvier régularisée sera 2°11.

Si, à la série primitive, on substitue une série régularisée par cette méthode, on trouvera généralement que celle-ci est encore trop accidentée, pour qu'on puisse en tirer des conclusions avec facilité. On régularisera de nouveau cette seconde et l'on continuera ainsi, jusqu'à ce qu'on trouve un résultat satisfaisant; celui-ci aura d'ailleurs été obtenu en dehors de toute idée théorique. Par cette manière d'opérer, les époques des *maxima* et des *minima* ne varient pas sensiblement, et, suivant le degré de régularisation auquel on s'arrête, on conserve un nombre plus ou moins grand des principales inflexions. Le seul inconvénient qui pourrait se présenter, si l'on poussait l'opération trop loin, serait de diminuer sensiblement l'écart qui existe entre les *maxima* et les *minima*.

TEMPÉRATURE MOYENNE RÉGULARISÉE DE CHAQUE JOUR DE L'ANNÉE.

DATE du mois.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMB.	OCTOBRE.	NOVEMB.	DÉCEMB.
1	2°,37	2°,93	4°,25	8°,25	11°,12	15°,82	17°,21	18°,37	16°,51	13°,53	8°,23	5°,27
2	2,29	2,81	4,33	8,53	11,44	16,11	17,38	18,45	16,35	13,46	8,07	5,16
3	2,18	2,80	4,42	8,72	11,70	16,35	17,68	18,53	16,21	13,41	7,90	5,06
4	2,07	2,92	4,49	8,82	11,87	16,52	18,02	18,57	16,10	13,37	7,75	5,00
5	1,91	3,13	4,53	8,85	12,00	16,66	18,30	18,53	16,00	13,31	7,65	4,96
6	1,67	3,34	4,56	8,83	12,13	16,79	18,44	18,41	15,94	13,20	7,57	4,91
7	1,36	3,47	4,57	8,75	12,29	16,89	18,42	18,26	15,91	13,04	7,47	4,77
8	1,06	3,48	4,55	8,61	12,49	16,98	18,29	18,14	15,88	12,81	7,29	4,51
9	0,87	3,37	4,52	8,41	12,69	17,08	18,15	18,09	15,81	12,52	7,01	4,18
10	0,86	3,21	4,51	8,20	12,87	17,21	18,10	18,13	15,66	12,21	6,68	3,82
11	1,03	3,08	4,58	8,05	13,01	17,37	18,18	18,22	15,44	11,90	6,34	3,53
12	1,28	3,04	4,76	8,00	13,10	17,53	18,37	18,32	15,21	11,62	6,04	3,35
13	1,50	3,08	5,05	8,05	13,16	17,64	18,59	18,41	15,04	11,39	5,81	3,30
14	1,62	3,20	5,40	8,19	13,20	17,66	18,77	18,47	14,96	11,22	5,65	3,32
15	1,66	3,34	5,72	8,38	13,26	17,64	18,87	18,52	14,97	11,10	5,54	3,35
16	1,68	3,45	5,96	8,59	13,36	17,62	18,89	18,54	15,00	10,99	5,44	3,32
17	1,73	3,51	6,07	8,79	13,47	17,60	18,84	18,54	14,97	10,85	5,31	3,19
18	1,82	3,51	6,08	9,01	13,57	17,61	18,74	18,51	14,86	10,69	5,15	2,99
19	1,94	3,51	6,03	9,25	13,67	17,63	18,61	18,44	14,67	10,51	4,99	2,76
20	2,08	3,56	5,98	9,49	13,83	17,67	18,48	18,31	14,47	10,32	4,89	2,55
21	2,27	3,65	5,97	9,69	14,07	17,69	18,38	18,12	14,31	10,15	4,87	2,43
22	2,54	3,76	5,99	9,86	14,34	17,67	18,32	17,88	14,21	10,02	4,89	2,40
23	2,84	3,89	6,05	10,01	14,61	17,61	18,27	17,64	14,16	9,92	4,89	2,45
24	3,12	4,00	6,07	10,16	14,82	17,55	18,22	17,43	14,11	9,79	4,85	2,52
25	3,31	4,10	6,14	10,27	14,96	17,52	18,16	17,28	14,05	9,60	4,82	2,55
26	3,41	4,16	6,28	10,34	15,03	17,52	18,12	17,19	13,97	9,35	4,86	2,52
27	3,42	4,19	6,51	10,38	15,11	17,51	18,13	17,15	13,88	9,08	4,98	2,45
28	3,39	4,21	6,81	10,44	15,15	17,43	18,17	17,11	13,79	8,85	5,14	2,38
29	3,34		7,16	10,58	15,21	17,31	18,23	17,02	13,70	8,67	5,27	2,36
30	3,24		7,53	10,82	15,33	17,20	18,27	16,88	13,61	8,52	5,32	2,38
31	3,09		7,90		15,54		18,31	16,69		8,38		2,40
MOYENNE.	2,16	3,45	5,57	9,14	13,50	17,25	18,29	18,00	14,99	11,09	6,02	3,42

MAXIMA ET MINIMA MOYENS RÉGULARISÉS.

DATE du mois.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.
1	4°,6	5°,3	7°,3	12°,2	15°,9	21°,1	21°,9	23°,0	21°,0	17°,2	11°,2	7°,6	0°,3	0°,5	1°,2	4°,3	6°,3	10°,6	12°,3	13°,7	12°,1	9°,9	5°,3	3°,0
2	4,5	5,2	7,4	12,5	16,3	21,5	22,2	23,2	20,7	17,1	11,0	7,5	0,1	0,3	1,3	4,6	6,6	10,8	12,5	13,7	12,0	9,8	5,1	2,8
3	4,4	5,2	7,5	12,7	16,7	21,7	22,6	23,4	20,5	17,0	10,8	7,3	-0,1	0,3	1,4	4,8	6,8	11,1	12,7	13,7	11,9	9,8	5,0	2,7
4	4,3	5,3	7,5	12,8	16,9	21,8	23,2	23,5	20,4	16,9	10,6	7,2	-0,2	0,4	1,5	4,9	7,0	11,3	12,9	13,7	11,8	9,8	4,9	2,7
5	4,3	5,5	7,6	12,9	17,0	21,9	23,6	23,5	20,3	16,8	10,4	7,2	-0,3	0,7	1,5	4,8	7,0	11,4	13,2	13,7	11,7	9,8	4,9	2,8
6	4,1	5,8	7,6	12,9	17,1	21,9	23,7	23,3	20,3	16,7	10,2	7,1	-0,6	1,0	1,5	4,8	7,1	11,7	13,3	13,6	11,6	9,8	4,9	2,8
7	3,8	6,0	7,7	12,9	17,2	21,9	23,6	23,0	20,2	16,5	10,1	7,0	-1,0	1,1	1,5	4,7	7,3	11,9	13,4	13,5	11,5	9,6	4,9	2,7
8	3,4	6,0	7,7	12,7	17,4	22,0	23,2	22,7	20,2	16,3	9,9	6,7	-1,4	1,0	1,5	4,6	7,5	12,0	13,4	13,4	11,6	9,4	4,8	2,4
9	3,1	6,0	7,6	12,4	17,7	22,0	22,9	22,6	20,1	15,9	9,6	6,4	-1,6	0,8	1,4	4,4	7,8	12,1	13,3	13,4	11,6	9,1	4,5	2,0
10	3,1	5,8	7,6	12,1	17,8	22,2	22,8	22,7	20,0	15,6	9,3	6,0	-1,6	0,5	1,3	4,2	8,0	12,2	13,2	13,5	11,4	8,4	4,0	1,6
11	3,3	5,7	7,7	11,9	18,0	22,5	23,0	22,9	19,7	15,3	9,0	5,6	-1,4	0,4	1,3	4,1	8,1	12,3	13,3	13,5	11,2	8,5	3,6	1,5
12	3,7	5,7	7,9	11,9	18,1	22,8	23,3	23,0	19,4	14,9	8,7	5,5	-1,1	0,3	1,5	4,0	8,2	12,4	13,4	13,6	10,9	8,2	3,3	1,1
13	4,0	5,7	8,3	12,0	18,1	22,9	23,6	23,2	19,2	14,7	8,5	5,5	-0,9	0,4	1,7	4,0	8,3	12,5	13,6	13,7	10,7	8,0	3,1	1,0
14	4,1	5,8	8,7	12,2	18,0	22,8	23,9	23,2	19,1	14,5	8,2	5,6	-0,7	0,5	2,1	4,1	8,3	12,5	13,7	13,7	10,7	7,9	3,0	1,1
15	4,0	6,0	9,1	12,6	18,0	22,8	24,1	23,2	19,1	14,4	8,1	5,6	-0,7	0,7	2,4	4,2	8,4	12,5	13,7	13,8	10,8	7,8	3,0	1,1
16	4,0	6,2	9,4	12,9	18,1	22,7	24,2	23,2	19,1	14,3	7,9	5,6	-0,7	0,8	2,6	4,3	8,5	12,5	13,7	13,9	11,0	7,7	3,0	1,1
17	4,0	6,3	9,6	13,2	18,3	22,7	24,1	23,1	19,0	14,1	7,8	5,5	-0,6	0,8	2,7	4,4	8,7	12,5	13,7	14,0	11,0	7,7	2,9	1,0
18	4,1	6,3	9,6	13,5	18,4	22,7	23,9	23,1	18,9	13,9	7,6	5,2	-0,5	0,7	2,6	4,5	8,8	12,5	13,7	14,0	10,9	7,5	2,7	0,8
19	4,2	6,3	9,5	13,8	18,5	22,6	23,6	22,9	18,7	13,6	7,4	5,0	-0,3	0,7	2,5	4,7	8,8	12,6	13,7	14,0	10,7	7,4	2,5	0,5
20	4,3	6,3	9.5	14,1	18,7	22,6	23,2	22,7	18,4	13,4	7,3	4,7	-0,2	0,7	2,4	4,9	8,9	12,8	13,7	14,0	10,4	7,2	2,4	0,3
21	4,5	6,5	9,5	14,3	19,0	22,6	23,0	22,5	18,5	13,3	7,2	4,5	0,0	0,7	2,4	5,1	9,1	12,9	13,7	13,8	10,3	6,9	2,5	0,2
22	4,8	6,7	9,5	14,5	19,3	22,5	22,9	22,2	18,2	13,2	7,3	4,5	0,3	0,8	2,4	5,2	9,4	12,9	13,7	13,6	10,2	6,8	2,6	0,2
23	5,1	6,9	9,5	14,6	19,6	22,4	22,9	21,9	18,1	13,1	7,3	4,6	0,6	0,9	2,5	5,4	9,7	12,8	13,7	13,3	10,2	6,8	2,6	0,3
24	5,4	7,0	9,5	14,8	19,9	22,3	22,8	21,7	18,0	12,9	7,2	4,8	0,9	1,0	2,6	5,6	9,9	12,7	13,6	13,1	10,2	6,7	2,5	0,3
25	5,7	7,1	9,6	14,9	20,0	22,3	22,7	21,5	17,9	12,7	7,2	4,8	1,0	1,1	2,6	5,7	10,0	12,6	13,6	13,0	10,2	6,5	2,4	0,4
26	5,8	7,2	9,8	15,0	20,0	22,4	22,6	21,4	17,8	12,4	7,2	4,8	1,1	1,2	2,7	5,8	10,1	12,7	13,5	12,9	10,2	6,3	2,4	0,3
27	5,9	7,2	10,1	15,0	20,1	22,4	22,7	21,4	17,6	12,1	7,3	4,6	1,0	1,2	2,8	5,8	10,2	12,7	13,5	12,8	10,1	6,0	2,6	0,3
28	5,8	7,2	10,6	15,0	20,1	22,3	22,7	21,5	17,5	11,9	7,5	4,5	1,0	1,2	3,0	5,7	10,2	12,6	13,6	12,8	10,1	5,8	2,8	0,2
29	5,8		11,0	15,2	20,1	22,1	22,8	21,5	17,4	11,7	7,6	4,5	0,9		3,3	5,8	10,2	12,5	13,7	12,7	10,0	5,6	3,0	0,2
30	5,7		11,4	15,5	20,3	21,9	22,9	21,4	17,3	11,6	7,7	4,5	0,9		3,6	6,0	10,3	12,3	13,7	12,5	9,9	5,5	3,1	0,2
31	5,5		11,8		20,6		22,9	21,2		11,4		4,6	0,7		4,0		10,3		13,7	12,3		5,4		0,3
Moy.	4,5	6,1	8,9	13,4	18,4	22,3	23,1	22,6	19,1	14,4	8,6	5,6	-0,2	0,7	2,2	4,9	8,6	12,2	13,4	13,4	10,9	7,8	3,5	1,2

MAXIMA ET MINIMA ABSOLUS RÉGULARISÉS.

DATE du mois.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.
1	12°,5	11°,2	15°,2	20°,2	24°,6	27°,5	20°,7	31°,3	26°,8	22°,9	17°,7	15°,1	-9°,9	-11°,2	-7°,3	-1°,7	1°,2	5°,6	7°,4	9°,6	7°,7	3°,9	-1°,3	-4°,1
2	12,4	10,9	14,8	21,0	24,6	28,5	30,0	31,6	26,9	22,5	17,7	14,5	-9,5	-11,6	-7,3	-1,0	1,3	5,8	7,7	9,5	7,4	3,9	-1,6	-4,3
3	12,0	10,8	14,6	21,6	24,8	29,2	30,7	31,8	26,9	22,2	17,7	13,8	-9,2	-11,6	-7,7	-0,6	1,3	5,9	8,0	9,4	7,1	3,8	-1,9	-5,2
4	11,4	10,7	14,5	21,9	25,2	30,0	31,5	32,2	26,7	22,2	17,7	13,4	-9,2	-11,2	-8,4	-0,6	1,4	5,9	8,5	9,2	6,8	3,9	-2,3	-6,1
5	10,9	10,8	14,5	21,8	25,7	30,5	32,1	32,5	26,6	22,4	17,8	13,2	-9,6	-10,6	-9,0	-0,8	1,5	6,0	9,0	9,0	6,4	4,1	-2,8	-7,1
6	10,5	11,1	14,7	21,6	26,1	30,7	32,2	31,7	26,5	22,7	17,8	13,1	-10,6	-10,1	-9,1	-1,2	1,6	6,0	9,3	8,8	6,0	4,2	-3,1	-8,0
7	10,2	11,4	14,9	21,4	26,3	30,7	32,1	30,7	26,3	22,8	17,8	13,8	-12,1	-9,7	-8,8	-1,6	1,7	6,0	9,4	8,7	5,7	4,2	-3,2	-8,8
8	10,0	11,8	15,2	21,1	26,3	30,6	31,9	29,8	26,1	22,8	17,5	14,0	-13,5	-9,8	-8,3	-2,1	1,8	6,1	9,2	8,6	5,6	3,9	-3,2	-9,3
9	9,9	12,1	15,2	20,5	26,1	30,7	31,8	29,6	26,0	22,6	16,9	13,9	-14,3	-10,4	-8,1	-2,4	1,8	6,3	9,0	8.6	5,7	3,3	-3,2	-10,0
10	10.1	12.4	15,2	19,8	25,8	30,7	31,8	29,7	26,2	22,2	16,1	13,5	-14,2	-11,1	-8,4	-2,4	1,9	6,7	8,7	8,7	5,7	2,8	-3,4	-10,3
11	10,7	12,5	15,2	19,2	25,3	30,7	31,7	30,0	26,4	21,7	15,4	13,0	-13,7	-11,5	-9,0	-2,0	1,9	7,0	8,6	8,5	5,6	2,5	-3,5	-10,4
12	11,4	12,6	15,4	18,9	25,0	30,6	31,6	30,0	26,6	21,0	14,8	12,6	-13,6	-11,3	-9,7	-1,6	2,0	6,9	8,6	8,3	5,3	2,2	-3,5	-10,3
13	12,0	12,5	15,8	19,2	25,0	30,6	31,5	29,8	26,4	20,5	14,6	12,4	-14,1	-10,8	-10,2	-1,2	2,2	6,6	8,6	8,2	5,1	1,9	-3,5	-10,2
14	12,5	12,2	16,1	19,8	25,4	30,9	31,5	20,6	26,0	20,4	14,5	12,4	-14,9	-10,5	-10,0	-1,0	2,3	6,3	8,7	8,2	5,1	1,5	-3,4	-10,4
15	12,6	12,0	16,4	20,5	26,0	31,5	31,6	20,8	25,8	20,4	14,7	12,6	-15,8	-10,9	-9,0	-1,0	2,4	6,3	8,8	8,4	5,2	1,1	-3,2	-11,0
16	12,6	11,9	16,7	21,2	26,7	32,1	31,8	30,1	25,9	20,3	14,9	12,8	-16,4	-12,1	-7,7	-1,1	2,6	6,6	8,8	8,6	5,5	0,9	-3,0	-11,6
17	12,4	12,0	17,0	21,6	27,3	32,2	32,1	30,4	26,5	19,7	15,0	12,8	-16,8	-13,3	-6,6	-1,1	2,8	7,1	8,9	8,7	5,6	0,7	-2,8	-12,0
18	12,1	12,4	17,5	21,9	27,6	31,9	32,0	30,6	27,1	19,0	14,9	12,9	-17,0	-14,1	-6,2	-0,9	3,1	7,7	9,0	8,8	5,6	0,6	-3,0	-12,2
19	12,0	12,9	18,2	22,2	27,6	31,3	31,5	30,6	27,4	18,4	14,6	13,1	-16,7	-14,1	-6,1	-0,7	3,5	8,3	9,1	8,7	5,6	0,7	-3,4	-12,2
20	12,0	13,3	18,9	22,3	27,5	30,8	30,7	30,4	27,2	18,0	14,2	13,2	-15,6	-13,1	-6,1	-0,5	3,0	8,7	9,1	8,6	5,7	0,7	-4,0	-12,0
21	12,3	13,7	19,3	22,4	27,5	30,4	30,0	30,0	26,4	17,8	14,0	13,2	-14,1	-11,7	-6,0	-0,2	4,2	0,0	9,1	8,5	5,7	0,6	-4,9	-11,7
22	12,6	13,9	19,2	22,5	27,6	30,1	29,7	29,8	25,4	17,6	14,0	13,3	-12,7	-10,2	-5,9	0,1	4,5	9,0	9,2	8,5	5,6	0,5	-5,9	-11,1
23	12,9	14,2	18,8	22,7	27,8	29,8	29,9	29,9	24,5	17,6	14,0	13,5	-12,1	-9,1	-5,6	0,3	4,8	8,8	9,3	8,5	5,5	0,5	-6,7	-10,5
24	12,9	14,6	18,5	23,1	27,8	29,6	30,1	30,1	23,9	17,6	13,9	13,7	-12,4	-8,4	-5,1	0,5	4,9	8,6	9,4	8,3	4,9	0,4	-6,7	-10,4
25	12,9	15,0	18,6	23,7	27,8	29,4	30,0	29,8	23,7	17,7	13,8	13,8	-12,8	-8,0	-4,6	0,5	5,0	8,5	9,3	8,0	4,4	0,2	-6,2	-10,9
26	12,8	15,4	19,1	24,3	27,9	29,5	29,6	29,0	23,6	18,0	13,9	13,9	-12,8	-7,8	-4,1	0,5	4,9	8,3	9,3	7,8	4,0	-0,2	-5,4	-11,5
27	12,7	15,7	19,5	24,8	28,0	29,7	29,1	27,9	23,5	18,1	14,3	13,7	-12,2	-7,6	-3,8	0,5	5,0	8,0	9,2	7,7	4,0	-0,5	-4,8	-11,7
28	12,4	15,6	19,4	25,0	27,8	29,9	28,9	26,9	23,5	18,2	14,9	13,3	-11,4	-7,4	-3,7	0,6	5,1	7,6	9,4	7,8	4,0	-0,7	-4,3	-11,5
29	12,1		19,1	25,0	27,4	29,9	29,2	26,4	23,4	18,1	15,4	12,8	-10,7		-3,5	0,8	5,2	7,3	9,5	8,0	4,1	-0,7	-4,1	-11,0
30	11,7		19,0	24,6	27,0	29,7	30,0	26,5	23,2	17,9	15,5	12,4	-10,5		-3,1	1,0	5,3	7,2	9,7	8,0	4,0	-0,8	-4,0	-10,5
31	11,4		19,5		27,0		30,7	26,5		17,8		12,4	-10,7		-2,5		5,4		9,7	7,9		-1,0		-10,2
Moy.	11,8	12,7	17,0	21,9	26,3	30,3	30,9	29,8	25,7	20,0	15,5	13,3	-12,9	-10,7	-6,8	-0,7	3,1	7,1	9,0	8,5	5,5	1,6	-3,7	-9,9

Je présente, dans les pages qui précèdent, les valeurs de la température obtenues par cette méthode : les températures moyennes ont été régularisées sept fois, et les nombres ne diffèrent de ceux de la sixième série que d'un demi-dixième de degré au plus; les *maxima* et les *minima* ont été régularisés cinq fois. Dans ces limites, les propriétés des séries ne sont pas sensiblement altérées, et la marche des nombres se dessine avec assez de netteté.

Voici, dans chaque série régularisée, les époques où l'on observe les extrêmes des valeurs annuelles, et celles où l'on obtient les températures intermédiaires qui représentent la moyenne annuelle de la série.

	Minimum.	Moyenne.	Maximum.	Moyenne.
Maxima moyens.	10 janvier.	20 avril.	16 juillet.	17 octobre.
Températures moyennes. . . .	10 »	25 »	16 »	20 »
Minima moyens.	10 »	2 mai.	18 août.	24 »

Ainsi les époques des températures extrêmes n'ont presque pas varié par suite de la régularisation.

Dans les trois séries le jour le plus froid est le 10 janvier; les trois autres époques remarquables se présentent plus tôt dans la série des *maxima* que dans celle des *minima;* le retard est surtout prononcé pendant les chaleurs, où il atteint presque un mois. On conçoit en effet que le soleil, à mesure que sa déclinaison augmente et qu'il reste plus longtemps sur l'horizon, nous envoie des quantités de chaleur de plus en plus considérables; le *maximum* qui est une fonction presque immédiate de la puissance rayonnante augmente ainsi rapidement, tandis qu'au contraire, en ce qui concerne les *minima*, c'est la chaleur acquise qui joue le principal rôle.

Le *minimum* se présente dix-neuf jours après le solstice d'hiver dans la série des hautes températures comme dans celle des basses températures diurnes, la moyenne d'automne vingt-quatre et trente et un jours après l'équinoxe, la moyenne de printemps trente et quarante-deux jours après l'équinoxe et le *maximum* vingt-cinq et cinquante-huit jours après le solstice d'été. Le premier nombre se rapporte à la série des *maxima* diurnes et le second à la série des *minima*.

Ces retards servent à expliquer en partie quelques faits qui ont été men-

tionnés dans la première section. Au printemps le retard diminue l'amplitude de la variation diurne, tandis qu'il l'augmente à l'arrière-saison; cette action est cependant affaiblie, parce que le retard est plus grand pour les *minima* diurnes que pour les *maxima*. En consultant les valeurs du rapport $\frac{A}{L} \times H$, données pour chaque mois à la page 7, on trouve que les valeurs les plus petites et les plus grandes se présentent en mars et à la fin de septembre; la diminution dans le premier cas et l'augmentation dans le second sont représentées par le nombre 0,04.

La hauteur du soleil varie de l'été à l'hiver de près de 47°. Il en résulte que, pour un degré de variation dans la hauteur, la température moyenne change de 0°404, le *minimum* de 0°352 et le *maximum* de 0°472.

Les extrêmes annuels se sont présentés à des époques assez variables : les limites pour les *maxima* ont été le 17 mai et le 19 août et pour les *minima* le 15 novembre et le 4 mars. Les premières époques ont par conséquent varié de plus de trois mois, et les secondes de près de quatre.

Voici à quelles dates on a obtenu le plus grand nombre de *maxima* :

Six du 5 au 9 juillet;
Cinq du 14 au 19 juillet;
Quatre du 1er au 5 août.

Pour les *minima* on a eu les nombres suivants :

Quatre du 8 au 10 janvier;
Trois le 16 janvier;
Trois du 17 au 19 décembre.

J'ai cherché les formules qui lient entre eux les nombres relatifs aux températures moyennes diurnes, et aux *maxima* et *minima* tant moyens qu'absolus. Les moyennes mensuelles n'ont pas été employées comme éléments de ce calcul; j'ai préféré prendre les températures de 15 en 15° de longitude moyenne du soleil, à partir du 1er janvier.

Le tableau suivant présente ces cinq séries de nombres; ceux-ci ont été diminués d'une quantité constante, afin de rendre la somme de chaque série égale à zéro.

	Janvier 1,0.	Janvier 16,2.	Janvier 31,4.	Février 15,6.	Mars 2,8.	Mars 18,0.	Avril 2,3.	Avril 17,5.	Mai 2,7.	Mai 17,9.	Juin 2,1.	Juin 17,3.
Température moyenne . .	-7°,98	-8°,66	-7°,33	-6°,94	-5°,95	-4°,27	-1°,77	-1°,45	1°,27	3°,21	5°,78	7°,25
Maximum moyen. . . .	-9,5	-10,1	-8,7	-8,0	-6,6	-4,5	-1,5	-0,8	2,5	4,3	7,4	8,6
Minimum moyen. . . .	-6,4	-7,4	-6,1	-5,9	-5,3	-4,1	-2,0	-2,5	0,1	2,0	4,1	5,8
Maximum absolu. . . .	-9,0	-8,9	-10,2	-9,6	-6,9	-4,0	-0,3	0,2	3,2	6,1	6,9	10,6
Minimum absolu	-9,3	-15,9	-10,3	-11,1	-7,0	-5,5	-0,5	-0,4	1,9	3,7	6,4	7,9

	Juillet 2,3.	Juillet 17,7.	Août 1,9.	Août 17,1.	Septemb. 1,3.	Septemb. 16,5.	Octobre 1,8.	Octobre 17,0.	Novemb. 1,2.	Novemb. 16,4.	Décemb. 1,6.	Décemb. 16,8.
Température moyenne . .	7°,18	8°,42	8°,09	8°,19	6°,11	4°,63	3°,13	0°,51	-2°,15	-4°,96	-5°,15	-7°,13
Maximum moyen. . . .	8,3	9,9	9,1	9,0	6,8	4,9	3,0	0,0	-2,9	-6,2	-6,6	-8,6
Minimum moyen. . . .	5,9	7,0	7,0	7,3	5,4	4,3	3,1	1,0	-1,4	-3,7	-3,8	-5,7
Maximum absolu. . . .	8,8	10,6	10,1	9,0	5,3	4,7	1,1	-1,8	-3,8	-6,6	-6,8	-8,7
Minimum absolu	8,4	9,6	10,1	9,4	8,2	6,2	4,5	1,3	-0,8	-2,5	-3,7	-11,3

Les formules calculées d'après ces nombres sont :

Tempér. moy. $$N = 10^\circ{,}28 - 8^\circ{,}31 \sin(n + 72^\circ\ 0') - 0^\circ{,}39 \sin(2n + 170^\circ) - 0^\circ{,}13 \sin(3n + 151^\circ)$$
$$- 0{,}19 \sin(4n + 6) + 0{,}18 \sin(5n + 92) - 0{,}40 \sin(6n + 64)$$

Maxim. moy. $$N = 14{,}0 - 9{,}70 \sin(n + 75\ 52) - 0{,}36 \sin(2n + 152) - 0{,}11 \sin(3n + 176)$$
$$- 0{,}18 \sin(4n + 8) + 0{,}17 \sin(5n + 92) - 0{,}38 \sin(6n + 65)$$

Minim. moy. $$N = 6{,}6 - 6{,}97 \sin(n + 66\ 34) + 0{,}46 \sin(2n + 3) - 0{,}16 \sin(3n + 121)$$
$$- 0{,}20 \sin(4n + 9) + 0{,}21 \sin(5n + 94) - 0{,}38 \sin(6n + 62)$$

Maxim. absolu. $$N = 21{,}5 - 10{,}08 \sin(n + 79\ 43) + 0{,}31 \sin(2n + 89) + 0{,}45 \sin(3n + 135)$$
$$+ 0{,}43 \sin(4n + 107) + 0{,}36 \sin(5n + 92) - 0{,}32 \sin(6n + 124)$$

Minim. absolu. $$N = -0{,}6 - 10{,}63 \sin(n + 69\ 5) - 1{,}34 \sin(2n + 64) - 1{,}03 \sin(3n + 32)$$
$$- 0{,}70 \sin(4n + 54) + 0{,}35 \sin(5n + 160) - 0{,}44 \sin(6n + 88)$$

Une première approximation s'obtient en calculant le terme constant et le premier sinus; on peut trouver une valeur plus approchée en calculant dans les cinq séries les trois sinus qui ont les coefficients les plus grands.

Résumé. — J'ai essayé de réunir dans les pages qui précèdent, les principaux résultats moyens qui se déduisent des trente années d'observations régulières que possède Bruxelles. Je résumerai brièvement les traits les plus frappants que présentent ces résultats.

Je dois d'abord rappeler que l'Observatoire a pour latitude 50°51′, pour longitude 17^{m}29^s à l'est de Greenwich ou 8^{m}8^s à l'est de Paris, et pour altitude 55^{m}4 au-dessus du niveau moyen de la mer du Nord (cette altitude est celle du rez-de-chaussée de l'Observatoire); la cuvette du baromètre et les boules des thermomètres sont à peu près à l'altitude 56^{m}6.

La distance de Bruxelles à la mer, vers l'embouchure de l'Escaut, n'est que d'une vingtaine de lieues ordinaires de 25 au degré; son climat participe donc des propriétés des climats marins.

La température moyenne, déterminée d'après les observations des heures paires, est égale à 9°85; les deux valeurs extrêmes en trente ans n'ont différé que de 3°29.

Les quatre saisons ont les températures moyennes qui suivent :

Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
2°72	8°95	17°40	10°25,

et leurs variations se sont élevées respectivement à :

7°3	5°8	4°1	2°9.

L'amplitude moyenne de la variation diurne est de 7°37.

Les deux instants de la journée où la température est égale à la moyenne du jour se présentent le soir, environ huit heures après le passage du soleil au méridien, et le matin, à une époque également distante de l'heure du lever du soleil et de celle de son passage.

Voici encore quelques autres nombres utiles à mettre en évidence :

14°0	moyenne des *maxima* de chaque jour;
6,6	moyenne des *minima* de chaque jour;
21,3	moyenne des *maxima* absolus de chaque jour de l'année;
— 0,8	moyenne des *minima* absolus de chaque jour de l'année;
31,0	moyenne des *maxima* annuels;
—10,7	moyenne des *minima* annuels;
34,7	*maximum* absolu;
—18,8	*minimum* absolu;
53,5	plus grande variation du thermomètre;
27,2	degré de chaleur qui s'est présenté chaque été;
— 3,3	degré de froid qui s'est présenté chaque hiver.

Le jour de l'année dont la moyenne, en trente ans, est la plus élevée diffère, de celui dont la moyenne est la plus basse, de 18°96 pour les moyennes diurnes, de 22°16 pour les *maxima* moyens et de 16°49 pour les *minima* moyens.

La différence entre la température moyenne du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid est, dans une année ordinaire, de 15°96.

En outre, il n'existe pas un seul jour où le *maximum* s'élève chaque année au-dessus de 19°1, ni aucun où le *minimum* descende au-dessous de 5°4.

Trouver la température normale pour un instant quelconque de l'année. — Lorsqu'on veut étudier les perturbations de l'atmosphère, on doit d'abord connaître quel est son état normal d'équilibre; alors la différence qui existe entre celui-ci et l'état observé constitue la grandeur de la perturbation. Dans ce siècle, où la météorologie possède des instruments perfectionnés et comparables entre eux, et où de nombreux observateurs déterminent avec zèle et talent les éléments constants de stations repandues sur tous les points du globe, le principal problème qui se pose au météorologiste est de chercher les lois des perturbations, et de tâcher de découvrir comment elles prennent naissance et quel est leur mode de propagation à la surface du globe.

Le point essentiel est d'abord de posséder de bonnes valeurs moyennes, et c'est à leur détermination que j'ai consacré les deux premières sections de ce Mémoire. Il me reste à montrer comment les nombres qui précèdent peuvent être utilisés pour l'étude des anomalies.

VARIATION ANNUELLE DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE.

DATE du mois.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMB.	OCTOBRE.	NOVEMB.	DÉCEMB.
1	- 7,27	-7,25	-6,43	-1,89	0,62	5,52	6,50	7,96	5,92	2,94	-2,22	-4,65
2	- 8,21	-7,72	-6,14	-1,74	1,39	6,14	6,55	8,12	5,93	3,23	-2,09	-4,81
3	- 8,43	-7,55	-5,68	-1,47	1,87	6,28	7,38	8,41	5,79	2,82	-2,60	-5,36
4	- 7,70	-7,54	-5,48	-1,40	1,59	6,21	7,96	8,41	5,86	2,81	-2,86	-5,22
5	- 7,87	-7,12	-6,13	-1,64	1,71	5,88	8,44	8,68	5,58	3,07	-3,03	-5,13
6	- 8,27	-6,50	-5,94	-1,72	1,60	6,70	8,51	8,34	5,44	2,85	-2,73	-4,72
7	- 8,74	-6,30	-5,49	-1,55	1,75	6,78	8,56	7,69	5,29	2,82	-2,63	-5,01
8	- 9,25	-6,32	-5,58	-1,27	2,27	6,56	8,21	7,73	5,71	2,49	-2,71	-5,42
9	- 9,77	-6,56	-5,95	-1,96	2,64	6,53	7,49	7,65	5,63	2,08	-3,32	-5,74
10	-10,13	-7,25	-6,06	-2,84	2,68	6,82	7,17	7,50	5,63	1,64	-3,77	-6,20
11	- 8,96	-7,54	-5,75	-2,34	2,52	6,86	7,65	8,06	5,24	1,53	-4,18	-7,16
12	- 8,60	-7,12	-6,15	-2,38	3,05	7,38	8,34	7,97	4,60	1,57	-4,27	-7,59
13	- 8,15	-7,31	-5,15	-2,68	3,24	8,16	8,43	7,88	4,42	0,44	-4,91	-6,83
14	- 8,10	-7,39	-4,87	-2,44	2,79	7,45	8,79	8,01	4,48	0,48	-4,63	-7,04
15	- 8,25	-6,73	-4,27	-1,67	2,55	6,88	8,83	8,28	4,55	1,14	-4,99	-6,91
16	- 8,81	-6,51	-4,01	-1,62	2,96	7,37	8,79	7,93	4,60	0,53	-4,67	-6,45
17	- 8,55	-6,40	-3,83	-1,66	3,59	7,75	8,67	8,29	5,40	0,44	-4,94	-6,81
18	- 7,99	-6,82	-4,05	-1,61	3,50	7,16	8,53	8,06	4,78	0,22	-4,81	-7,50
19	- 7,83	-7,01	-4,50	-1,16	3,15	7,19	8,59	7,98	4,07	0,29	-5,71	-7,52
20	- 8,24	-6,93	-4,30	-0,55	3,08	7,29	8,17	8,19	4,06	-0,02	-5,85	-7,80
21	- 8,34	-6,49	-4,25	-0,46	3,75	7,55	7,90	7,87	3,86	-0,52	-5,42	-7,77
22	- 7,44	-6,48	-4,43	-0,62	4,28	7,77	8,01	7,44	3,66	-0,86	-4,92	-8,27
23	- 7,30	-6,43	-3,82	-0,34	4,38	7,12	8,21	7,30	3,59	-0,20	-4,78	-7,56
24	- 6,61	-6,21	-4,14	-0,30	5,13	6,93	8,42	6,97	4,16	-0,23	-5,19	-7,08
25	- 6,44	-6,25	-4,23	-0,04	4,58	6,72	7,85	6,47	3,72	-0,50	-5,60	-7,31
26	- 6,60	-5,79	-4,22	0,62	4,85	7,30	7,42	6,88	3,53	-1,11	-5,53	-7,71
27	- 6,51	-6,02	-3,92	-0,12	4,77	7,61	7,79	6,73	3,24	-1,62	-5,18	-7,41
28	- 6,93	-6,11	-3,21	-0,36	5,11	7,03	8,35	6,82	3,77	-1,53	-4,76	-7,45
29	- 6,70		-2,89	-0,03	5,06	7,30	8,06	6,91	3,34	-1,81	-4,62	-8,45
30	- 6,34		-3,00	0,41	4,64	6,26	8,05	6,64	3,05	-2,02	-4,40	-7,80
31	- 7,03		-2,28		4,83		8,06	6,51		-1,85		-7,05
MOYENNE. .	- 7,92	-6,77	-4,71	-1,25	3,22	6,95	8,05	7,66	4,63	0,67	-4,25	-6,70

Le tableau nº 9 donné dans l'appendice, page 52, résout la question suivante : « Étant connue, à une certaine époque de l'année, la température moyenne d'un jour déduite des douze heures paires, trouver quelle est la température d'une heure désignée de ce jour. » Le tableau que je joins ici résout cette seconde question : « Étant connue la température moyenne 9°85 de Bruxelles, déduite des douze heures paires, trouver la température moyenne d'un jour désigné de l'année. » Au moyen de ces deux tableaux on peut donc trouver la température moyenne pour un instant quelconque et calculer les écarts observés chaque année.

Si l'on demande par exemple la température ordinaire du 1er janvier à minuit, on trouvera 9°85 — 7°27 — 0°49 = 2°1. De même, le 10 janvier à six heures du matin, on aura 9°85 — 10°13 — 0°81 = — 1°1, et le 15 juillet, à quatre heures après midi, 9°85 + 8°83 + 4°00 = 18°7.

Quand on consulte les *Annales météorologiques de l'Observatoire de Bruxelles*, on trouve que la température, le 1er janvier 1867, à minuit, était 1°3; elle se trouvait par conséquent 0°8 plus bas que la moyenne. Le 10, à six heures du matin, elle s'élevait à 7°0; elle était donc, à cette heure, plus de huit degrés au-dessus de la moyenne.

Ce calcul est très-simple; on peut même déjà tenir compte de la sérénité du ciel, en employant les données de la page 10. Ainsi le 12 janvier 1867, à midi, le ciel était serein, la température observée était — 0°9. La température calculée aurait dû être 9°85 — 8°60 + 1°18 = 2°4; l'écart était de — 3°3. En tenant compte de la sérénité, on aurait obtenu 9°85 — 8°60 + 1°18 + 0°63 = 3°1 et, d'après ces nouvelles données, la grandeur de la perturbation était de — 4°.

§ III. — *Des variations secondaires, périodiques ou anomales.*

Les variations diurne et annuelle qui font l'objet des deux premières sections de ce travail ont, de tout temps, attiré l'attention des hommes, et leur dépendance de la position du soleil est si marquée qu'elle ne pouvait être

l'objet d'aucun doute. Les progrès qui restent à réaliser sous ce rapport ne consistent que dans des mesures plus exactes et plus nombreuses.

Il n'en est pas de même des variations qui font l'objet de cette troisième section. L'irrégularité apparente de leurs retours a toujours été un sujet d'étonnement, et l'on n'est pas encore parvenu à découvrir les causes de ces anomalies. Cependant, dans ces derniers temps, quelques pas en avant ont été faits, et il est à espérer que le voile qui dérobe ces lois à nos yeux ne tardera pas à être écarté, du moins en partie.

Les variations secondaires peuvent se partager en deux classes :

1° Celles qui se reproduisent périodiquement aux mêmes époques de l'année;

2° Celles dont les retours suivent des lois plus compliquées.

Je consacrerai les deux articles qui terminent ce Mémoire à l'examen de ces deux espèces d'anomalies.

I. — *Des variations secondaires à date fixe.*

L'existence de variations périodiques annuelles n'est pas encore bien établie. Une longue suite d'observations est indispensable pour mettre en évidence des faits de ce genre. Dix années ne permettent de tirer aucune conclusion, et après trente années même, on trouve qu'il existe peu de périodes chaudes ou froides assez caractérisées pour qu'on puisse assurer qu'une nouvelle série d'années n'infirmera pas les résultats obtenus.

Afin de reconnaître quelles sont les époques qui présentent des anomalies, j'ai comparé, dans le tableau qui suit, les températures moyennes observées, aux résultats calculés par la formule de la page 50. Les différences sont données pour des intervalles de 5° de longitude du soleil. Une interpolation très-simple permet de trouver ensuite les écarts pour chaque jour.

MOIS.	OBSERVATION.	CALCUL.	DIFFÉRENCE.	MOIS.	OBSERVATION.	CALCUL.	DIFFÉRENCE.	MOIS.	OBSERVATION.	CALCUL.	DIFFÉRENCE.	MOIS.	OBSERVATION.	CALCUL.	DIFFÉRENCE.
Janv. 1,0	2°,87	2°,11	+0°,76	Avril 2,3	8°,78	8°,07	+0°,71	Juill. 2,5	17°,26	17°,69	-0°,43	Oct. 1,8	13°,62	13°,45	+0°,17
6,1	1,82	1,89	-0,07	7,3	8,97	8,59	+0,38	7,6	18,65	17,85	+0,80	6,8	13,28	12,75	+0,53
11,1	1,12	1,82	-0,70	12,4	7,85	9,04	-1,19	12,6	18,51	18,08	+0,43	11,9	11,81	11,90	-0,09
16,2	1,28	1,91	-0,63	17,5	8,71	9,48	-0,77	17,7	18,80	18,35	+0,45	17,0	10,86	10,98	-0,12
21,3	2,01	2,10	-0,09	22,5	9,87	9,94	-0,07	22,8	18,36	18,66	-0,30	22,0	9,54	9,94	-0,40
26,4	3,52	2,36	+1,16	27,6	10,09	10,48	-0,39	27,8	18,43	18,92	-0,49	27,1	8,79	8,92	-0,13
31,4	2,99	2,68	+0,31	Mai 2,7	12,03	11,13	+0,90	Août 1,9	18,36	19,04	-0,68	Nov. 1,2	8,21	7,95	+0,26
Fév. 5,5	3,33	2,97	+0,36	7,7	12,41	11,89	+0,52	7,0	17,95	18,99	-1,04	6,2	7,69	7,11	+0,58
10,6	2,78	3,25	-0,47	12,8	13,47	12,79	+0,68	12,1	18,41	18,75	-0,34	11,3	6,12	6,41	-0,29
15,6	3,64	3,53	+0,11	17,9	13,78	13,76	+0,02	17,1	18,72	18,33	+0,39	16,4	5,55	5,86	-0,31
20,7	3,64	3,79	-0,15	23,0	14,62	14,72	-0,10	22,2	17,78	17,79	-0,01	21,5	4,90	5,42	-0,52
25,8	4,39	4,12	+0,27	28,0	15,35	15,60	-0,25	27,3	17,13	17,18	-0,05	26,5	4,71	5,06	-0,35
Mars 2,8	4,58	4,51	+0,07	Juin 2,1	16,50	16,34	+0,16	Sept. 1,3	16,29	16,55	-0,26	Déc. 1,6	5,30	4,68	+0,62
7,9	4,78	4,98	-0,20	7,2	17,09	16,91	+0,18	6,4	15,75	15,98	-0,23	6,7	5,13	4,29	+0,84
13,0	5,11	5,56	-0,45	12,2	17,80	17,28	+0,52	11,5	15,23	15,44	-0,21	11,7	2,82	3,84	-1,02
18,0	6,21	6,17	+0,04	17,3	17,82	17,49	+0,33	16,5	15,31	14,97	+0,34	16,8	3,54	3,37	+0,17
23,1	6,33	6,83	-0,50	22,4	17,89	17,58	+0,31	21,6	14,11	14,53	-0,42	21,9	1,82	2,90	-1,08
28,2	7,03	7,43	-0,40	27,4	17,76	17,63	+0,13	26,7	13,70	14,02	-0,32	26,9	2,60	2,47	+0,13

J'ai déterminé ensuite, d'après la définition donnée dans la note n° 1, les périodes thermiques de 1° de la série des températures moyennes :

10 janvier	0°,01	26 juillet	17°,61
30 »	3,74	5 août	18,94
2 février	2,42	10 »	17,76
7 »	3,84	17 »	18,74
11 »	2,70	13 septembre	14,73
8 avril	9,17	17 »	15,71
10 »	7,60	23 novembre	4,41
13 juin	18,41	30 »	5,67
15 »	17,13	12 décembre	2,69
22 »	18,15	16 »	3,83
30 »	16,64	22 »	1,77
7 juillet	18,86	24 »	2,96
10 »	17,47	29 »	1,59
15 »	19,05	31 »	2,99

D'après les données qui précèdent, le principal *minimum* se présente le 10 janvier; ensuite la température augmente et dépasse vers le 22 la température normale; la fin du mois est trop chaude. Pendant le mois de février, il y a un très-léger accroissement de la température, qui est à peine appréciable depuis le 30 janvier, jour chaud, jusqu'au 1er mars qui est trop froid. Ce mois est marqué par deux *minima*, le 2 et le 11 février, suivis de deux *maxima*, le 7 et le 26. Greenwich et Paris offrent des résultats assez concordants; cependant le *minimum* se produit à la station anglaise le 1er février, à Bruxelles le 2 et à Paris le 5 seulement. Il faut remarquer ici que, dans ces trois stations, les moyennes n'ont pas été déduites des observations d'une même série d'années. Il n'est donc pas certain qu'en comparant des groupes d'années correspondantes, on trouve que les stations au nord de Bruxelles éprouvent réellement ce *minimum* plus tôt, et les stations au sud plus tard.

Un fait analogue se produit pour le *minimum* de janvier. M. Glaisher à Greenwich fixe l'instant du *minimum* à la date du 8; à Bruxelles on trouve le 10, et à Paris le 14. Berlin est intermédiaire entre les deux premières stations. M. Dove a déjà énoncé la proposition que le froid prenant sa source dans le nord atteint plus tard les régions méridionales. Quoique mon intention ne soit pas de comparer ici les observations étrangères avec celles de Bruxelles, il est nécessaire de mettre en regard quelques résultats, afin de s'assurer si les perturbations ne sont pas simplement accidentelles, et de nature à disparaître quand les observations comprendront un plus grand nombre d'années.

En mars, la température commence à prendre un mouvement ascendant plus prononcé, qui est cependant contrarié par deux retours du froid, l'un vers le 12 du mois, l'autre du 19 au 26. En moyenne, mars est plus froid que ne l'indique le calcul. Les deux *minima* signalés ci-dessus sont moins caractérisés que les précédents, et sont peut-être destinés à disparaître.

Le commencement d'avril est trop chaud, mais du 8 au 24 la température s'abaisse beaucoup, elle se relève après cette époque. Le refroidissement remarquable du milieu du mois atteint son *minimum* entre le 10 et le 14; il

est si prononcé que la température du 8 ne se reproduit plus avant le 19, bien qu'à cette époque de l'année la déclinaison du soleil augmente rapidement. La température descend à près de 1°3 en dessous des résultats fournis par le calcul. Dans la série de Berlin, on ne remarque aucune perturbation, mais celle-ci existe à Paris et à Londres. D'après les résultats de Greenwich, la température cesse de monter le 7 avril, et tombe de 1°1 jusqu'au 11; à Bruxelles, le point d'arrêt a lieu le 8, et la chute jusqu'au 10 est de 1°57. A Paris l'arrêt se montre le 10, et le point le plus bas le 19; la chute est de 1°19.

Tout le commencement de mai est trop chaud et la fin du mois est un peu froide; du reste, il ne se présente aucune inflexion bien caractérisée. Il n'en est pas de même à Berlin où, du 11 au 13, se produit une dépression remarquable. M. Mädler, qui a étudié avec soin cette anomalie, rejette l'opinion d'après laquelle ce refroidissement serait dû à l'interposition entre le soleil et la terre, d'un anneau d'astéroïdes; ce savant astronome fait remarquer que, si cela était, l'effet devrait se produire sur toute la terre ou du moins sur une étendue considérable de celle-ci, et que l'action devrait être plus énergique le jour que la nuit. Or, il a trouvé que l'action est plus grande pendant la nuit, et qu'elle paraît être insensible sur les montagnes et le long des côtes. La discussion des observations russes et allemandes l'amène à conclure que le calorique absorbé par la fusion du vaste bassin glacé de la Dwina produit un abaissement de la température qui se transmet en Allemagne par les vents de NE., et qui se fait sentir jusque sur les bords du Rhin.

Il est permis d'attribuer à cette influence que le *minimum* de Bruxelles peut descendre au-dessous de 2° du 11 au 13, et approche encore quelquefois de ce degré de froid jusqu'au 16; mais dans les moyennes générales cette action n'est guère appréciable; cependant la légère dépression du 15 peut dépendre de cette cause.

Le mois de juin est généralement un peu trop chaud; le 13 est particulièrement remarquable sous ce rapport. Du 30 juin au 2 juillet, se présente un refroidissement très-marqué suivi d'un *maximum* le 7, puis d'un nouveau froid le 10 et enfin, le 15, du grand *maximum* de l'année. Ces dates sont à Greenwich le 1er, le 5, le 8 et le 15 juillet. A Paris et à Berlin, il

n'y a pas de correspondance bien indiquée; dans la première de ces villes, le *maximum* absolu se présente le 14 juillet.

Au mois d'août, on a de nouvelles chaleurs le 5 et le 17, précédées des *minima* du 26 juillet et du 10 août. A Greenwich, on a reconnu un *maximum* le 4 août, mais celui du 17 ne paraît pas se dessiner. A Paris également le *maximum* du 5 est bien marqué.

Après le *maximum* du 17 août, la température décroît d'une manière assez régulière jusqu'au mois de novembre : elle est trop élevée au commencement de ce mois, mais le 8, elle descend brusquement et jusqu'au 13 elle diminue de près d'un demi-degré par jour. La température continue à descendre en demeurant froide pour la saison jusqu'au 25, où un accroissement rapide de chaleur se manifeste jusqu'à la fin du mois. A Londres, le réchauffement de la fin de novembre est presque aussi marqué qu'à Bruxelles. A Paris et à Berlin, il existe également, mais il est moins sensible.

Pendant le mois de décembre, on remarque un nouveau *maximum* du 6 au 7, et des *minima* le 12, le 22 et le 29. Greenwich indique deux *minima* le 11 et le 26-28. A Berlin on a des *minima* le 11, le 19 et le 25. A Paris le *minimum* du 15 seul paraît assez caractérisé.

D'après ce qui précède, on voit que les conclusions tirées des résultats de trente années diffèrent déjà en quelques points de celles que mon père a déduites d'une période de vingt ans. Ainsi, le jour le plus chaud de l'année, qui était le 7 juillet, a reculé jusqu'au 15 du même mois; et la période tempérée, qui s'étendait du 22 janvier au commencement de mars, a perdu de son importance. Le mois de février, en effet, a été se refroidissant, tandis que janvier est devenu plus chaud. Voici les températures moyennes de ces deux mois pendant les trois décades :

	1re DÉCADE.	2me DÉCADE.	3me DÉCADE.
Janvier	1°,81	2°,15	2°,58
Février	4,06	3,44	2,82
DIFFÉRENCE	2,25	1,31	0,24

Les anomalies probables à date fixe se présentent donc aux époques suivantes :

Un *maximum* du 31 décembre au 1er janvier;
Minimum principal du 9 au 10 janvier;
Période de chaleur à la fin de janvier;
Retour du froid les 2 et 3 février, réchauffement du 7 au 8, et nouveau *minimum* vers le 11.
Après avoir été contrariée par plusieurs retours du froid, la marche ascendante de la température devient plus prononcée vers le 28 mars.
Maximum du 4 au 8 avril, puis fort *minimum* du 10 au 13.
Légère dépression le 15 mai.
Refroidissement dans les derniers jours de mai.
Maximum du 12 au 13 juin.
Refroidissement prononcé à la fin de juin et au commencement de juillet.
Maximum du 4 au 7 juillet; *minimum* le 10; grand *maximum* du 14 au 15.
Refroidissement le 26 juillet.
Maximum le 5 août; *minimum* le 10; ensuite période chaude du 11 au 20.
Retour de chaleur après le 15 septembre.
Chute rapide de la température du 8 au 13 novembre; *minimum* le 25, puis réchauffement prononcé jusqu'à la fin du mois.
Nouveau *maximum* le 6 décembre, ensuite froids le 12, le 22 et le 29.

Il n'entre pas dans le plan de ce mémoire de rechercher les causes de ces variations. Une telle recherche doit être précédée de nouvelles études sur la marche des courants atmosphériques, sur l'état d'humidité de l'air, etc. Je ferai seulement observer qu'on n'a peut-être pas jusqu'ici tenu assez compte des actions calorifiques considérables qu'exerce l'eau en passant successivement par les différents états de vapeur, de liquide, de neige ou de glace. M. Mädler a fait un pas important dans cette voie en allant chercher dans le nord de la Russie la cause du refroidissement du mois de mai à Berlin. Nous devons donc avoir les yeux tournés vers le nord, depuis le Groenland jusqu'en Laponie, et tâcher de compléter un réseau météorologique dans cette direction, en nous appuyant sur les systèmes écossais, scandinave et russe.

II. — *Des anomalies.*

Cette dernière section traite des variations qui ne se présentent pas à date fixe; elle n'offre, dans l'état actuel de la météorologie, qu'un très-petit

nombre de résultats. C'est cependant la partie qui, dans la suite, est appelée à prendre les plus grands développements.

Deux méthodes peuvent être suivies dans l'étude de ce genre de variations. Dans la première, on cherche les rapports qui existent entre la température et diverses périodes de nature déterminée, telles, par exemple, que la révolution synodique de la lune, etc. La seconde méthode étudie la marche des variations à la surface du globe.

Après qu'Alexandre de Humboldt eut représenté par des courbes la loi de répartition de la chaleur sur la terre dans les différentes saisons, et que M. Dove eut étendu ce mode de représentation aux mois, on fut naturellement conduit à employer le même procédé pour étudier les perturbations. Il paraît que c'est aux pressions exercées par l'atmosphère qu'on en a fait les premières applications. Sir John Herschel, M. James Espy, M. Kaemtz, le général Sabine, mon père, M. Lamont, M. Leverrier, M. Marié-Davy en ont déduit des conséquences très-importantes sur la marche des centres d'anomalies. C'est à M. Dove que l'on doit ensuite des travaux considérables sur le développement des anomalies de la température à la surface de la terre. Mais, dans un travail de cette nature, il faut nécessairement réunir un nombre immense de documents, afin d'établir les comparaisons et de déduire ensuite les lois.

Dans le mémoire actuel, où j'ai eu plus particulièrement en vue d'établir la marche de la température à Bruxelles, considérée comme station isolée, il n'est pas possible de suivre cette dernière méthode; j'espère pouvoir reprendre plus tard cette question dans un autre travail. Je me bornerai ici à établir quelques relations déduites des nombres observés à Bruxelles.

De l'influence de la lune sur la température de l'air. — L'homme est naturellement porté à chercher une cause à tous les phénomènes qui le frappent. Aussi, dans l'ignorance où il était des véritables lois physiques qui régissent les variations de la température et le retour des grandes pluies, des ouragans, etc., il a eu longtemps recours à la lune, pour expliquer tout ce qui ne lui paraissait pas susceptible d'explication par l'action solaire. Quelques-uns ont même poussé cet abus si loin que, par une réaction naturelle,

on en était venu ensuite jusqu'à nier complétement l'action de la lune sur notre atmosphère. Mais depuis, on est revenu à des idées plus saines, et si des esprits exaltés continuent à regarder la lune comme l'unique agent des perturbations atmosphériques, si d'autres persistent à refuser à cet astre toute espèce d'action, la grande majorité reconnait que c'est l'expérience seule qui doit décider cette question, et que les idées préconçues doivent être absolument écartées.

J'ai recherché quelle relation pouvait exister entre la température et les phases lunaires, puis entre la température et les déclinaisons lunaires. Pour ce travail, j'ai employé les données du second des tableaux n° 18. La question était posée en ces termes : *Quels ont été l'âge et la déclinaison de la lune pendant les jours très-froids qui se sont présentés de 1833 à 1862?*

L'âge de la lune a été compté depuis la nouvelle lune jusqu'à la nouvelle lune suivante, de 1 à 30 jours. La déclinaison de la lune a été comptée depuis le moment où elle monte au nord de l'équateur terrestre jusqu'au jour où, après après avoir repassé au sud, elle se représente de nouveau à l'équateur. La période comprend 27 à 28 jours.

Voici d'abord le nombre de jours froids classés d'après l'âge de la lune :

AGE de la lune.	NOMBRE de jours froids.	AGE de la lune.	NOMBRE de jours froids.	AGE de la lune.	NOMBRE de jours froids.
1 ●	14	11	10	21	11
2	16	12	8	22 ☾	12
3	19	13	13	23	15
4	13	14	13	24	13
5	11	15 ○	16	25	14
6	12	16	11	26	13
7 ☽	16	17	11	27	13
8	6	18	9	28	15
9	10	19	10	29	13
10	4	20	11	30	(6)

Dans le tableau suivant, les jours froids sont classés d'après la période des déclinaisons lunaires, depuis le jour du nœud ascendant sur l'équateur terrestre :

JOUR.	NOMBRE de jours froids.	JOUR.	NOMBRE de jours froids.	JOUR.	NOMBRE de jours froids.
—	—	—	—	—	—
1	11	11	13	21 m	11
2	12	12	13	22	12
3	12	13	12	23	17
4	11	14	13	24	17
5	9	15	12	25	16
6	10	16	14	26	13
7 M	17	17	14	27	12
8	14	18	13	28	(4)
9	19	19	12		
10	14	20	11		

Le premier tableau montre que le plus grand nombre de jours froids se sont présentés après la nouvelle lune et que, au contraire, on en a eu un nombre un peu moins grand après le premier quartier. Vers le dernier quartier, le nombre de jours froids a été un peu au-dessous de la moyenne.

Si l'on consulte le second tableau, on trouvera que le nombre de jours froids a atteint un *maximum* du 7me au 10me, et du 23me au 25me jour, c'est-à-dire à l'époque de la plus grande hauteur de la lune et un peu après l'époque de la plus petite hauteur. Ces résultats ont d'ailleurs besoin d'être contrôlés au moyen de séries d'observations plus étendues.

Une autre période, d'un peu plus de 27 jours, a été introduite par M. Nervander. M. Buys-Ballot, d'après les observations de Harlem, a fixé la longueur de celle-ci à 27^{j}68. Ce savant a trouvé que, pendant cette période, la température éprouvait moyennement une oscillation d'environ un degré de l'échelle Fahrenheit.

M. Ch. Sainte-Claire-Deville a trouvé une certaine solidarité entre les températures qui se rapportent aux positions de la terre situées sur l'écliptique, à des intervalles de 90 degrés de longitude moyenne. Cette solidarité existerait même, à un certain point, pour des différences de longitude écliptique de 30 degrés. Ainsi, de 1832 à 1852, on aurait moyennement observé le *maximum* mensuel du 3 au 6, et le *minimum* du 9 au 13 de chaque mois.

Quelques autres périodes ont encore été présentées, mais je limiterai ici ce travail, d'autant plus que trente années d'une station isolée ne suffisent pas pour traiter des questions aussi délicates.

Je terminerai par quelques mots relativement aux variations à longue période. On sait qu'Arago, dans un travail remarquable, est arrivé à cette conclusion, que depuis deux mille années la température de l'air et celle du sol ne peuvent pas avoir subi de grandes modifications, et que, par conséquent, il n'est pas à présumer qu'il subsiste encore des variations séculaires de quelque importance. Il est cependant possible qu'il existe des anomalies à longue période, et déjà les recherches de M. Glaisher tendent à faire prévoir ce résultat. Ce savant météorologiste a trouvé qu'à Greenwich la température a augmenté depuis un siècle, particulièrement pendant les mois d'hiver. M. Alexandre Herschel, en examinant la période de 1800 à 1850, a remarqué qu'à Greenwich la fin de l'été et celle de l'hiver ne se sont pas sensiblement déplacées, tandis que le commencement de l'hiver s'est présenté de plus en plus tard, et, au contraire, le commencement de l'été toujours plus tôt. La période chaude se serait par conséquent allongée et la période froide raccourcie.

Bruxelles ne présente pas de résultats aussi caractéristiques; il est vrai que cette station ne dispose que de trente années d'observations. Cependant on a vu, en fractionnant la série en trois périodes de dix années, que, de 1833 à 1862, janvier s'est un peu échauffé, tandis que février s'est refroidi. Quant aux moyennes annuelles, il n'y a pas eu de changement appréciable. Une seule modification paraît présenter quelque probabilité en sa faveur : la variation diurne moyenne semble s'être un peu resserrée; de 7° 60 qu'elle a atteint pendant la première décade, elle est tombée à 7° 39 pendant la seconde, et à 7° 07 pendant la troisième. Cependant ici encore il serait imprudent de tirer trop promptement des conclusions; car ce changement peut fort bien avoir été occasionné par quelques modifications qui ont eu lieu dans les alentours de l'Observatoire, où l'on a élevé des constructions nouvelles.

TABLEAUX GÉNÉRAUX

DE

LA TEMPÉRATURE DE L'AIR.

1833 - 1862.

Tableau n° 1.

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — JANVIER.

JOUR du mois.	3me période décennale.										Maximum diurne le plus élevé			Maximum diurne le moins élevé			Maximum moyen.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	7°,5	-1°,9	8°,0	5°,7	7°,4	4°,9	5°,6	13°,2	5°,9	-0°,1	12°,7	11°,5	13°,2	- 1°,7	-3°,2	-1°,9	5°,55	4°,07	5°,62	5°,08
2	7,7	-0,2	8.7	4,9	8 7	1,7	2,9	15,2	6,1	2,3	11,5	11,5	15,2	- 6,2	-5,1	-0,2	4,41	2,29	5,60	4,10
3	9,5	-0,8	7,0	9,2	8,9	0,2	3,4	11,1	-5,2	2,5	11,5	10,6	11,1	- 2,4	-3,4	-5,2	4,40	2,64	4,78	3,94
4	10,0	-0,6	7,6	10,4	8,0	-0,6	5.5	12,1	1,8	4,2	9,9	9,3	12,1	- 2,5	-1,6	-0,6	4,85	3,20	5,82	4,62
5	9,9	2,6	8,0	8,1	6,4	-4,0	6,7	7,8	1,8	4,8	9,2	10,0	9,9	- 5,9	1,1	-4,0	5,72	5,00	5 21	4,64
6	9,7	5,0	8,1	9,9	0,4	-5,2	5,9	7,4	-4,0	5,9	8,0	10,1	9,9	- 5,8	1,4	-4,0	5,44	4,68	5,91	4,01
7	9,4	4,1	8,6	10,7	-1,1	-5,2	2,8	6,1	-1,8	5,0	10,5	7,1	10,7	- 2,4	-1,9	-5,2	4,06	4,04	5,86	5,99
8	9,5	7,1	8,8	10,3	-3,1	1,6	3,2	4,5	-4,7	4.5	9,4	8,1	10,3	- 4,3	-1,1	-4,7	2,64	3,68	4,13	3,48
9	8,7	7,4	8,1	6,5	-5,8	5,4	1,6	5,2	-8,7	5,0	8,8	8,0	8,7	- 4,5	-1,6	-8,7	1,68	2,83	3,54	2,68
10	8,4	4,3	6,0	7,9	0,7	5,6	0,8	3.4	-9,3	9,1	9,3	7,1	9,1	- 7,5	-6,0	-9,3	0,73	2,60	3,69	2,34
11	10,6	4,4	5,0	5,0	4,5	4,8	5,2	5,6	-4,8	10,9	10,6	8,7	10,9	- 7,0	-4,1	-4,8	2,51	3,05	4.52	3,29
12	10,4	3,6	0,9	1,9	4,6	3,9	5,9	4,9	-4,3	10,7	10,4	10,4	10,7	- 4,5	-4,2	-4,3	3,60	3,24	4,25	3,70
13	10,4	2,0	4,3	0,4	4,2	3.7	6,7	5,2	-5,0	6,7	11,5	13,2	10,4	- 4,1	-2,7	-3,0	4,74	4,62	4,06	4,47
14	9,2	3,2	5,1	-1,8	4,0	2,9	5,0	5,7	-3,0	7,3	10,6	13,5	9,2	- 8,6	-6,0	-5,0	5,57	4,40	5,76	4,58
15	8,4	3,4	4,5	0,0	4,6	3,5	2,3	5,6	-5,5	7,8	11,9	11,5	8,4	- 7,6	-5,8	-5,5	5,28	3,00	3,66	3,98
16	8,5	8 3	4,3	2,8	4 9	6,0	2,2	7,6	-5,7	1,1	10,5	13,4	8,5	- 7,0	-4,5	-5,7	3,50	5,00	3,98	3,49
17	7,7	8,1	-0,6	4,8	5,0	6,5	2,5	6,8	-1,9	-2,5	12,1	11,0	8,1	-11,1	-7,0	-2,5	4,55	3,64	3,64	3,94
18	7,5	7,7	-3,7	8,0	5,9	3,6	7,3	4,5	0,7	-3,5	12,7	10,2	8,0	- 8,8	-5,7	-5,7	4,25	4,47	3,78	4,17
19	7,5	6,2	-5,7	9,5	7,5	6,1	8.6	6,3	0,9	-4,8	11,4	10,4	9,5	-13,1	-2,7	-5,7	4,27	5,38	4,19	4.61
20	6,1	6,3	-6,4	9,7	7,5	8,2	8,0	8,0	0,0	-3,4	10,2	11,0	9,7	-10,4	-0,5	-6,4	3,22	4,42	4,40	4,01
21	6,9	7,8	-6,5	10,0	5,8	8,0	7,5	7,5	1,5	-0,4	12,5	11,2	10,0	- 7,1	-5,8	-6,5	3,58	3,71	4,79	4,05
22	7,5	6,9	-2,0	10,2	4,2	3,6	7,7	5,9	3,0	4,7	12,5	13,5	10,2	- 4,6	-5,3	-2,0	4,95	4,21	5,15	4,77
23	5,9	6,7	0,9	10,3	5,8	4,2	8,8	6,4	3,8	4,7	12,4	12,6	10,3	1,0	-4,0	0,9	6,30	3,94	5,35	5,20
24	4,1	5,2	1,2	12,2	5,3	6,1	5,9	7,3	3,5	8,8	13,0	10,4	12,2	0,5	-1,0	1,2	6,49	4,44	5,96	5,63
25	4,5	6,0	0,1	12,2	5,0	6,8	8,7	7,2	7,4	9,1	13,5	12,5	12,2	- 9,7	-1,0	0,1	5,15	5,43	6,68	5,75
26	5,3	7,7	0,1	9,2	4,5	5,8	9,7	5,4	8,9	9,6	12,1	12,1	9,7	- 8,3	-2,5	0,1	5,45	6,54	6,40	6,13
27	5,4	8,1	1,6	7,7	2,9	3,3	8,3	8,8	9,1	5,6	13,1	11,3	9,1	- 4,4	-2,9	1,6	5.91	6,20	5,88	6,00
28	5,5	7,0	1,6	5,9	0,9	4,5	8,2	8,8	8,9	4,8	12,5	11,2	8,9	- 2,1	-5,6	0,9	5,55	5,49	5,41	5,42
29	6,9	7,2	-2,8	6,0	0,0	5,2	8,6	7,2	8,4	6,6	12,8	10,9	8,6	1,1	2,5	-2,8	5,84	6,85	5,33	6,00
30	7,2	10,9	-2,4	5,4	0,2	5,2	9,8	7,6	7,8	10,6	7,2	10,3	10,9	5,0	2,4	-2,4	5,50	6,91	6,03	6,15
31	5,6	11,4	-2,6	2,8	0,5	5,8	9,4	6,0	6,4	11,2	7,8	11,4	11,4	- 1,0	1,2	-2,6	4,48	5,76	5,63	5,29
Moy.	7,5	5,5	2,4	6,8	5,8	3,7	5,9	7,1	0,9	4,7	11,0	10,7	10,2	- 4,9	-2,7	-5,0	4,58	4,51	4,81	4,50
Max.	10,6	11,4	8,8	12,2	8,9	8,2	9,8	13,2	9,1	11,2	13,5	13,5	13,2	5,0	2,5	1,6	6,49	6,91	6,68	6,15
Min.	5,5	-1,9	-6,5	-1,8	-5,8	-4,0	0,8	5,4	-9,3	-4,8	7,2	7,1	8,0	-13,1	-7,0	-9,5	0,73	2,29	3,54	2,34

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — FÉVRIER.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	6°,7	10°,9	-1°,9	3°,4	0°,8	6°,0	7°,2	4°,4	3°,7	11°,5	8°,4	10°,3	11°,5	-0°,2	1°,8	-1°,9	4°,67	6°,21	5°,27	5°,38
2	6,5	8,2	-6,4	2,8	0,5	1,9	6,8	3,2	6,2	10,3	9,0	10,8	10,3	-2,0	0,1	-6,4	4,48	5,78	4,00	4,75
3	3,7	7,2	3,2	4,0	-1,0	3,4	7,2	2,8	6,8	9,4	9,1	10,5	9,4	-4,2	1,0	-1,0	4,86	6,09	4,67	5,21
4	3,3	4,7	6,2	3,2	-2,1	9,4	5,0	2,1	5,2	9,1	10,0	9,7	9,4	-3,9	1,7	-2,1	5,16	5,65	4,61	5,14
5	1,9	6,1	5,7	5,4	-1,1	10,0	5,1	6,3	2,1	10.7	10,0	10,2	10,7	-5,0	1,9	-1,1	4,31	6,28	5,22	5,27
6	3,3	10,2	4,4	7,2	0,4	6,8	5,6	7,2	9,5	11,2	11,3	10,1	11,2	-3,0	1,9	0,4	4,80	6,34	6,58	5,91
7	3,4	10,6	4,5	10,3	4,7	7,8	7,0	4,4	10,1	9,1	11,1	9,4	10,6	-5,1	2,0	3,4	6,27	6,02	7,19	6,49
8	3,7	10,9	2,5	11,5	4,8	5,0	7,7	7,2	8,7	-0,5	10,7	9,5	11,5	-1,5	-2,2	-0,5	7,47	4,91	6,15	6,18
9	4,3	6,1	2,4	12,5	5,0	1,3	8,2	7,5	10,9	-1,2	12,7	9,8	12,5	0,4	-5,0	-1,2	8,07	4,68	5,70	6,15
10	3,4	3,9	-4,2	13,2	8,9	1,1	7,3	4,0	12,6	-0,2	12,7	10,3	13,2	-3,7	-3,2	-4,2	7,29	4,54	5,20	5,68
11	2,8	4,1	-5,3	11,7	9,3	1,3	9,0	2,0	4,7	2,2	11,7	8,8	11,7	2,2	-6,3	-5,5	7,73	4,10	4,18	5,34
12	2,8	4,1	-3,0	12,0	7,8	7,7	10,7	[illegible]	2,0	4,3	12,1	8,4	12,0	1,9	-2,5	-3,0	8,62	3,87	5,09	5,86
13	2,9	4,0	-3,8	14,0	7,3	8,1	10,5	1,5	3,9	4,6	12,2	8,5	14,0	0,5	-3,4	-3,8	8,39	3,61	5,30	5,77
14	-0,8	-1,1	-5,5	12,5	4,8	8,2	10,5	-3,4	6,1	2,2	12,1	9,5	12,5	-2,7	0,8	-5,5	8,06	4,44	3,55	5,28
15	0,2	3,3	-2,6	10,6	5,6	6,6	10,2	0,7	6,7	3,5	11,0	11,0	10,6	-2,0	2,3	-2,6	8,08	6,10	4,46	6,21
16	1,5	3,8	-1,8	9,9	8,3	5,6	10,2	2,7	8,5	4,7	10,1	11,9	10,2	-2,7	0,6	-1,8	7,20	6,50	5,34	6,35
17	1,4	3,4	-5,7	9,9	9,8	5,2	11,3	3,2	10,3	8,3	11,6	10,2	11,3	0,7	1,1	-5,7	7,48	6,45	5,71	6,54
18	0,1	5,2	-8,3	4,6	11,0	0,5	12,0	2,8	10,7	10,6	11,9	10,8	12,0	2,6	0,5	-8,3	7,61	6,35	4,92	6,29
19	0,1	5,0	-4,4	5,4	9,7	0,6	7,3	5,0	11,2	12,4	12,7	9,3	12,4	0,9	0,3	-4,4	6,98	5,90	5,23	6,04
20	0,5	4,7	-3,0	5,5	9,8	2,9	7,1	4,9	10,6	13,5	14,1	11,1	13,5	-0,1	-7,2	-3,0	6,70	5,62	5,65	5,99
21	3,4	4,4	-4,2	2,4	10,9	2,3	8,6	5,0	10,9	13,9	14,3	11,1	13,9	-0,4	-2,6	-4,2	7,35	7,01	5,76	6,71
22	4,4	2,9	-2,0	1,2	10,3	4,3	10,1	4,8	11,8	12,6	10,0	12,0	12,6	-0,9	-0,2	-2,0	6,71	7,60	6,04	6,78
23	2,7	5,4	-0,6	5,9	10,9	6,0	8,3	-1,2	13,9	13,2	11,4	12,8	13,9	-0,5	1,5	-1,2	6,55	7,21	6,45	6,74
24	3,2	6,7	1,8	6,5	9,4	6,9	8,3	0,6	14,9	12,1	12,5	15,8	14,9	0,3	1,6	0,6	7,52	7,32	7,04	7,29
25	3,3	8,2	4,4	7,7	8,7	4,5	9,0	2,0	10,3	6,4	12,2	15,0	10,3	1,0	0,2	2,0	7,64	7,02	6,45	7,04
26	3,9	8,7	6,0	8,3	9,4	0,9	8,3	5,6	11,6	6,1	12,9	15,7	11,6	3,8	0,2	0,9	7,57	7,81	6,88	7,42
27	2,2	6,3	6,1	8,1	9,4	3,0	11,4	7,6	8,3	3,3	13,8	17,1	11,4	2,8	0,6	2,2	7,75	7,11	6,57	7,14
28	2,7	6,8	5,4	8,9	9,7	4,2	8,2	5,5	8,1	4,5	13,3	18,2	9,7	2,0	0,2	2,7	7,86	7,12	6,40	7,13
29	»	»	»	9,4	»	»	»	9,2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Moy.	2,8	5,9	-0,4	7,9	6,6	4,7	8,5	3,8	8,6	7,4	11,6	11,5	11,7	-0,7	-0,4	-2,0	6,90	5,99	5,55	6,15
Max.	6,7	10,9	6,2	14,0	11,0	10,0	12,0	9,2	14,9	13,9	14,3	18,2	14,9	3,8	2,3	3,4	8,62	7,81	7,19	7.42
Min.	-0,8	-1,1	-8,3	1,2	-2,1	0,5	5,0	-3,4	2,0	-1,2	8,4	8,4	9,4	-5,1	-7,2	-8,3	4,31	3,61	3,55	4,75

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — MARS.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE,										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	2°,3	8°,1	8°,3	9°,5	10°,0	2°,7	7°,9	6°,9	9°,2	5°,5	11°,7	15°,9	10°,0	1°,9	-0°,1	2°,3	7°,72	6°,89	7°,04	7°,22
2	2,4	7,9	8,0	8,3	10,5	2,2	10,5	7,1	9,6	2,7	13,6	14,2	10,5	2,5	0,9	2,2	8,29	6,95	6,90	7,38
3	2,1	9,1	10,5	6,4	9,2	2,9	9,6	7,9	11,2	3,8	12,5	12,9	11,2	3,1	1,1	2,1	9,27	6,14	7,27	7,56
4	2,9	10,2	9,2	5,6	9,8	2,8	11,3	8,1	11,2	3,8	12,4	17,5	11,3	4,6	-4,7	2,8	9,52	6,80	7,49	7,94
5	3,5	9,9	7,1	5,0	6,9	3,5	11,4	7,8	6,4	4,5	12,8	12,2	11,4	5,0	-4,5	3,5	8,90	6,08	6,60	7,19
6	5,6	6,0	7,8	5,4	9,8	1,1	10,8	5,4	8,6	9,1	13,9	12,1	10,8	2,6	-4,8	1,1	9,16	5,87	6,96	7,33
7	7,3	9,3	7,3	5,7	10,1	2,5	12,9	5,9	10,2	14,3	15,0	11,4	14,3	0,2	0,0	2,5	8,88	6,79	8,55	8,07
8	7,7	11,4	7,6	4,6	10,5	3,4	16,1	4,3	8,1	15,1	14,3	10,8	16,1	1,8	0,5	3,4	9,20	5,96	8,88	8,01
9	9,2	10,8	2,4	7,7	8,5	3,5	8.6	2,7	9,8	15,6	13,8	9,9	15,6	-0,5	3,6	2,4	8,36	6,18	7,88	7,47
10	9,9	12,9	1,9	8,4	4,3	4,2	5,7	1,4	10,9	13,7	15,1	10,0	13,7	-0,4	1,6	1,4	8,02	6,35	7,33	7,23
11	9,3	14,2	1,7	9,4	2,6	4,3	11,0	2,1	12,5	12,9	13,9	11,7	14,2	0,9	-2,9	1,7	9,12	6,48	8,00	7,87
12	10,0	13,1	2,3	5,8	2,7	3,4	14,1	2,9	7,5	14,1	14,8	9,9	14,1	1,1	-1,1	2,3	8,68	5,55	7,59	7,27
13	12,7	14,9	4,2	5,2	5,2	4,5	12,3	4,4	6,8	14,6	16,8	12,0	14,9	2,1	-5,9	4,2	10,23	6,42	8,48	8,38
14	13,8	16,0	5,3	4,4	6,1	6,7	12,8	5,7	6,6	15,3	12,9	12,2	16,0	3,6	-2,4	3,3	9,34	7,91	9,07	8,77
15	10,0	17,4	3,8	5,4	12,4	7,7	13,1	6,1	7,6	14,6	13,1	13,2	17,4	5,1	-2,0	3,8	9,57	8,23	9,81	9,20
16	11,0	14,6	9,1	8,2	9,6	10,7	11,2	5,6	8,2	13,2	15,1	13,8	14,6	5,5	0,4	5,6	10,17	8,92	10,14	9,74
17	3,9	14,9	12,1	11,0	11,3	11,5	11,7	7,2	9,3	16,1	17,0	15,5	16,1	5,3	0,4	3,9	10,13	8,84	10,90	9,96
18	-1,8	10,6	12,6	12,1	15,1	11,4	13,5	9,0	8,7	15,8	18,1	16,4	15,1	5,6	-0,2	-1,8	9,90	8,18	10,50	9,53
19	-1,3	8,5	9,8	13,5	17,2	13,4	9,9	9,2	7,6	13,4	17,4	16,3	17,2	3,9	1,0	-1,3	9,12	8,54	10,12	9,26
20	0,8	9,1	12,0	12,1	16,7	12,6	10,1	10,4	8,0	12,0	19,0	16,8	16,7	4,4	3,0	0,8	9,49	9,14	10,38	9,67
21	5,4	6,4	12,1	9,0	10,8	11,7	10,9	10,1	9,1	10,6	20,4	17,4	12,1	2,0	2,7	5,4	9,25	9,62	9,61	9,49
22	5,5	8,0	13,0	9,6	4,5	11,7	9,3	9,7	7,8	10,7	20,7	18,8	13,0	-0,6	3,5	4,5	9,46	10,19	8,98	9,54
23	3,9	7,9	14,2	8,3	6,3	13,0	9,0	8,2	9,6	6,7	17,5	18,5	14,2	1,4	5,0	3,9	9,06	11,30	8,71	9,69
24	0,0	8,6	5,6	8,6	6,5	14,5	10,4	9,2	15,9	15,8	15,0	16,5	15,8	0,8	3,5	0,0	8,11	10,77	9,31	9,40
25	1,0	8,7	5,2	9,4	10,7	16,8	10,3	6,6	15,4	17,7	15,9	14,5	17,7	2,9	2,7	1,0	8,15	10,11	10,18	9,48
26	2,3	9,8	2,2	11,2	11,6	8,1	10,2	7,6	13,8	18,7	19,8	14,4	18,7	2,5	2,5	2,2	9,26	8,89	9,55	9,23
27	3,2	9,4	3,8	10,5	11,1	9,2	13,1	7,7	15,3	19,4	20,9	15,1	19,4	2,9	4,6	3,2	9,50	10,67	10,27	10,15
28	4,3	9,7	6,7	9,9	9,3	10,5	14 0	10,4	17,0	20,2	13,4	16,3	20,2	2,9	5,7	4,3	9,69	11,07	11,20	10,65
29	4,9	13,6	7,9	6,8	11,5	11,2	16,3	11,5	18,5	18,2	14,8	16,2	18,5	6,9	6,6	4,9	10,81	10,70	12,04	11,18
30	7,2	13,8	5,5	5,5	12,0	16,1	14,3	9,7	11,5	15,6	14,7	17,0	16,1	8,6	6,8	5,3	10,76	11,72	11,10	11,19
31	12,5	13,1	6,2	8,6	11,9	17,0	7,3	10,2	13,9	14,4	13,5	19,8	17,0	5,3	8,0	6,2	10,41	13,49	11,51	11,80
Moy.	5,5	10,9	7,2	8,1	9,5	8,2	11,3	7,1	10,4	12,8	15,5	14,4	15,0	3,0	1,2	2,8	9,28	8,41	9,11	8,93
Max.	13,8	17,4	14,2	13,5	17,2	17,0	16,3	11,5	18,5	20,2	20,9	19,8	20,2	8,6	8,0	6,2	10,81	13,49	12,04	11,80
Min.	-1,8	6,0	1,7	4,4	2,6	1,1	5,7	1,4	6,4	2,7	11,7	9,9	10,0	-0,6	-5,9	-1,8	7,72	5,55	6,60	7,19

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — AVRIL.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	14,4	12,4	7,0	12,9	12,8	17,4	7,2	11,5	15,6	13,8	17,7	20,0	17,4	6,4	9,1	7,0	10,94	14,19	12,50	12,54
2	11,6	15,4	8,3	16,1	13,5	9,5	7,7	12,2	14,3	16,0	20,7	21,3	16,1	5,9	9,0	7,7	11,11	14,38	12,46	12,65
3	12,4	15,6	10,4	17,6	14,8	12,4	12,6	10,7	13,4	17,3	22,0	21,9	17,6	5,5	6,9	10,4	10,74	14,16	13,72	12,87
4	13,8	13,3	11,1	16,8	14,6	13,7	15,5	12,3	11,8	17,7	14,9	22,2	17,7	2,6	7,9	11,1	10,16	14,47	14,06	12,90
5	13,9	14,0	10,4	13,6	17,5	10,1	17,3	13,5	11,0	16,7	16,3	23,6	17,5	6,6	9,2	10,1	10,88	14,09	13,89	12,95
6	13,8	15,7	8,1	14,9	18,9	10,3	18,9	14,5	11,9	15,3	14,3	19,8	18,9	0,8	8,0	8,1	10,38	14,09	14,23	12,90
7	15,1	17,1	11,6	12,1	17,8	11,8	21,1	16,6	11,4	18,5	15,2	17,4	21,1	4,0	8,1	11,4	10,73	12,65	15,29	12,89
8	11,5	16,9	11,8	12,6	16,4	13,1	22,8	16,6	12,7	18,5	15,9	19,7	22,8	3,4	8,9	11,5	11,60	13,51	15,29	13,47
9	11,1	16,9	9,9	14,6	17,1	10,8	16,8	14,5	9,8	16,0	16,8	21,9	17,1	5,8	9,2	9,8	10,40	12,89	13,75	12,35
10	7,7	17,8	10,6	13,0	17,2	9,3	13,7	10,2	8,2	14,8	16,6	17,2	17,8	3,0	7,6	7,7	9,54	12,40	12,25	11,40
11	11,1	16,0	9,7	13,8	17,2	11,2	15,6	8,1	11,9	14,5	15,3	19,1	17,2	4,9	5,9	8,1	10,25	12,70	12,91	11,95
12	12,1	18,7	11,9	15,6	14,1	9,7	13,7	7,8	14,6	11,8	16,9	18,1	18,7	5,6	5,9	7,8	10,32	12,44	13,00	11,92
13	9,9	17,1	15,1	17,5	9,5	7,5	10,8	9,4	10,8	7,4	16,2	18,0	17,5	5,5	7,7	7,4	10,31	12,78	11,50	11,53
14	7,2	17,1	15,3	17,9	7,5	9,3	10,3	9,0	13,3	6,2	16,8	19,9	17,9	6,4	8,1	6,2	11,40	13,03	11,31	11,91
15	8,4	20,6	15,8	12,1	9,2	17,4	11,4	11,6	9,5	8,0	18,8	17,9	20,6	8,3	7,1	8,0	12,13	13,72	12,40	12,75
16	10,0	22,0	16,0	12,9	10,1	21,7	7,9	13,5	13,5	9,6	19,8	18,0	22,0	10,7	6,2	7,9	13,16	13,11	13,72	13,33
17	12,2	14,8	17,7	9,8	12,3	22,0	7,4	14,9	16,4	11,1	19,0	19,7	22,0	6,1	6,7	7,4	11,58	13,91	13,86	13,12
18	14,5	17,0	18,3	12,0	15,3	15,9	8,5	9,3	14,0	12,4	16,0	21,3	18,3	6,2	5,3	8,5	11,61	13,96	13,72	13,10
19	15,2	19,8	14,6	12,7	19,0	15,5	9,4	8,3	11,7	16,6	17,8	21,8	19,8	8,0	6,7	8,3	12,31	13,97	14,28	13,52
20	16,7	21,2	17,4	11,2	20,1	18,8	10,5	7,8	12,0	17,9	18,8	23,4	21,2	7,7	7,2	7,8	13,53	15,31	15,36	14,73
21	10,7	23,2	13,3	11,7	19,3	20,6	12,4	8,1	10,9	17,6	17,0	19,9	23,2	6,9	7,2	8,1	13,97	14,86	14,78	14,54
22	12,2	19,0	9,1	12,9	14,2	19,4	10,8	8,0	13,0	19,4	18,6	20,8	19,4	10,2	9,0	8,0	13,56	15,46	13,80	14,27
23	13,9	21,6	9,2	13,9	11,1	19,5	11,4	8,6	11,3	22,0	22,2	20,1	22,0	10,6	9,4	8,6	15,11	14,84	14,25	14,73
24	10,5	10,1	13,8	16,2	8,3	20,9	12,6	10,4	11,8	15,5	23,8	20,1	20,9	11,9	10,3	8,3	15,95	14,79	13,01	14,58
25	11,8	8,7	14,1	19,6	8,8	21,8	15,3	13,5	14,0	22,1	23,2	17,6	22,1	7,8	11,5	8,7	15,03	14,63	14,97	14,88
26	9,3	11,2	12,6	21,1	9,2	17,0	16,8	14,8	15,2	24,6	23,4	23,4	24,6	9,9	9,8	9,2	16,18	15,14	15,18	15,50
27	10,6	13,0	13,6	18,0	5,3	18,5	17,5	11,5	12,7	25,0	24,3	16,9	25,0	10,2	8,5	5,3	15,75	14,56	14,57	14,96
28	11,7	9,9	13,6	17,7	8,3	11,0	17,5	11,2	10,9	17,5	25,7	20,2	17,7	7,5	10,5	8,3	16,30	14,16	12,93	14,46
29	15,9	10,5	13,8	12,0	9,4	17,7	20,5	14,0	10,6	17,7	25,3	18,9	20,5	8,0	10,7	9,4	16,74	14,29	14,21	15,08
30	17,0	8,3	13,5	13,5	10,5	18,5	17,4	16,9	10,9	19,4	25,5	20,8	19,4	7,9	11,6	8,3	17,42	14,83	14,59	15,61
Moy.	12,2	15,8	12,6	14,5	13,3	15,1	13,7	11,6	12,3	16,0	19,2	20,0	19,8	6,7	8,[illegible]	8,5	12,64	13,98	13,73	13,45
Max.	17,0	23,2	18,3	21,1	20,1	22,0	22,8	16,9	16,4	25,0	25,7	23,6	25,0	11,9	11,6	11,5	17,42	15,46	15,36	15,61
Min.	7,2	8,3	7,0	9,8	5,3	7,5	7,2	7,8	8,2	6,2	14,3	16,9	16,1	0,8	5,3	5,3	9,54	12,40	11,31	11,40

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	15°,7	10°,3	14°,1	12°,6	11°,3	11°,7	13°,3	17°,8	13°,4	23°,0	22°,3	21°,4	23°,0	7°,7	10°,9	10°,3	17°,37	15°,23	14°,32	15°,64
2	17,1	14,8	15,7	10,1	11,5	12,5	12,1	18,5	13,5	25,2	25,8	20,1	25,2	8,5	10,5	10,1	18,58	15,77	15,08	16,48
3	18,9	19,6	16,4	9,3	13,8	11,2	15,5	19,9	12,2	19,3	25,8	22,1	19,9	12,7	9,1	9,3	19,80	15,63	15,61	17,01
4	19,5	19,5	17,9	9,6	15,4	12,7	18,1	18,1	12,5	24,3	24,6	22,9	24,3	11,0	10,2	9,6	18,52	16,05	16,74	17,10
5	18,7	14,3	9,1	10,3	12,2	13,1	18,3	17,5	9,5	26,5	26,5	23,0	26.5	12,2	9,3	9,1	19,13	16,68	14,95	16,92
6	16,5	16,1	12,1	10,0	11,8	14,3	16,3	13,8	9,1	25,5	26,8	23,9	25,5	11,8	7,6	9,1	19,51	16,31	14,55	16,79
7	14,9	14,6	15,1	12,6	12,7	13,9	18,2	14,2	10,9	26,8	23,4	21,1	26,8	10,3	12,7	10,9	18,17	17,88	15,39	17,15
8	12,2	15,7	14,7	15,4	15,3	12,2	21,7	17,3	11,1	25,2	25,5	20,9	25,2	13,4	11,2	11,1	19,51	16,91	16,08	17,50
9	12.3	14,1	11,2	15,7	17,2	13,8	20,3	18,1	13,6	21,1	26,7	22,1	21,1	13,8	11,2	11,2	20,28	17,23	15,74	17,75
10	12,8	16,0	12,7	16,8	19,5	14,7	15,5	16,9	14,8	17,2	27,5	23,8	19,5	10,4	11,4	12,7	19,77	18,20	13,69	17,89
11	11,1	15,4	14,3	19,0	21,0	16,9	17,6	22,5	18,9	17,0	23,0	23,9	22,5	11,0	11,1	11,1	17,63	18,64	17,37	17,88
12	13,5	17,6	12,1	21,2	20,8	18,8	20,8	21,9	20,9	15,6	24,1	22,2	21,9	12,8	13,3	12,1	17,99	18,83	18,32	18,38
13	16,7	18,8	12,7	20,4	21,1	11,6	18,3	23,2	21,2	17,3	25,1	23,7	23,2	12,8	9,8	11,6	19,17	17,34	18,13	18,21
14	18,5	19,4	14,2	16,4	20,9	15,9	17,0	19,3	12,3	19,6	24,0	24,6	20,9	14,2	13,6	12,3	18,62	18,01	17,35	17,99
15	17,3	17,8	15,5	16,2	20,4	18,8	17,5	20,7	14,1	17,6	25,8	26,0	20,7	12,8	12,9	14,1	18,14	17,18	17,59	17,64
16	19,8	16,4	13,0	17,0	22,1	19,2	17,4	21,7	18,4	19,6	26,4	25,2	22,1	12,3	11,3	13,0	18,07	17,38	18,46	17,97
17	21,9	17,5	13,6	16,6	22,0	17,8	19,8	19,5	18,4	18,4	28,1	25,6	22,0	13,0	12,6	13,6	19,36	18,08	18,55	18,66
18	19,4	19,3	14,0	17,5	22,6	20,4	17,1	23,4	12,3	19,5	28,7	26,9	23,4	12,3	9,9	12,3	19,35	17,68	18,55	18,53
19	19,9	19,9	16,5	17,5	22,7	21,0	17,5	26,3	12,9	18,4	23,5	27,5	26,3	12,2	10,2	12,9	18,17	17,66	19,24	18,36
20	19,4	15,9	17,8	16,7	21,6	17,0	19,0	18,4	14,0	22,2	24,1	27,4	22,2	13,6	10,2	14,9	19,08	17,56	18,29	18,31
21	17,8	17,9	18,5	18,1	25,9	19,9	21,6	20,5	17,9	23,8	21,9	22,9	25,9	11,3	12,9	17,8	18,96	17,60	20,19	18,92
22	18,9	20,0	17,5	21,1	28,2	22.7	21,7	20,7	20,5	18,8	25,2	23.9	28,2	10,0	12,2	17,5	18,41	19,56	21,01	19,66
23	20,3	19,9	16,4	20,3	25,6	20,9	19,0	22,4	18,8	17,9	22,9	28,5	25,6	11,8	13,6	16,4	17,71	20,88	20,15	19,58
24	23,2	20,4	19,4	19,5	26,3	18,7	19.2	23,7	21,4	21,5	24,0	28,0	26,3	11,5	16,2	18,7	18,99	20,79	21,33	20,57
25	22,7	19,8	24,8	18,5	20,0	16,3	22,1	19,9	17,5	21,7	26,5	21,3	24,8	11,4	16,3	16,3	19,47	19,43	20,33	19,74
26	25.3	17,4	26,5	18,5	22,2	15,0	21,7	20,2	20,5	19,6	28,2	24,1	26,5	13,8	14,0	15,0	18,71	20,75	20,69	20,05
27	26,5	16,3	26,3	18,8	20,0	16,6	23,1	18,9	20,7	21,0	28,8	27,1	26,5	14,4	15,2	16,3	18,76	21,09	20,82	20,22
28	23,9	17,5	24,7	20,9	20,4	19,0	25,0	14,0	21,4	16,9	28,3	28,4	25,0	15,6	11,0	14,0	19,96	19,64	20,57	19,99
29	19,7	18,7	16,8	20,7	22,2	16,8	23,3	13,2	21,5	21,9	27,8	27,9	23,3	16,3	13,1	13,2	20,58	19,97	19,48	20,01
30	16,8	18,3	14,8	19,0	22,8	20,3	25,2	14,8	23,3	24,1	25,1	22,4	25,2	13,7	15,4	14,8	20,53	19,62	19,94	20,03
31	18,4	18,7	15,4	15,8	17,2	23,6	24,2	17,6	19,9	23,8	25,8	24,3	24,2	13,6	15,0	15,4	20,30	20.48	19,46	20,08
MOY.	18,4	17,3	16,3	16,5	19,6	16,7	19,3	19,2	16.4	21,0	25,4	24,3	24,0	12,3	12,1	13,1	18,99	18,20	18,06	18,41
MAX.	26,5	20,4	26,5	21,2	28,2	23,6	25,2	26,3	23,3	26,8	28,8	28,5	28,2	16,3	16,3	18,7	20,58	21,09	21,33	20,37
MIN.	11,1	10,3	9,1	9,3	11,3	11,2	12,1	13,2	9,1	15,6	21,9	20,1	19,5	7,7	7,6	9,1	17,37	15,23	14,32	15,64

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — JUIN.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	19,5	20,0	19,2	16,7	17,9	26,8	25,2	18,4	20,5	19,4	26,7	28,4	26,8	15,8	15,0	16,7	21,43	22,25	20,36	21,35
2	20,8	19,2	19,4	22,8	18,7	27,4	25,3	19,4	20,3	20,0	27,0	27,4	27,4	14,6	17,2	18,7	22,22	22,30	21,35	21,95
3	20,1	17,4	22,1	23,1	21,1	28,9	27,1	19,5	16,6	21,0	27,6	29,0	28,9	15,8	13,6	16,6	22,31	21,88	21,67	21,95
4	18,3	16,9	18,9	24,4	22,3	31,8	23,0	19,9	18,1	23,9	27,5	26,5	31,8	14,1	15,7	16,9	20,96	22,60	21,75	21,77
5	18,3	16,4	22,0	24,9	24,8	28,2	24,6	17,5	19,8	23,1	25,9	29,3	28,2	16,5	17,7	16,4	20,61	22,11	21,96	21,56
6	19,5	16,9	26,1	17,1	27,0	35,0	25,4	18,9	18,8	23,9	26,8	32,3	35,0	18,5	16,1	16,9	21,26	23,31	22,66	22,41
7	20,6	16,0	28,9	16,1	29,2	26,4	24,6	19,6	17,6	24,2	27,9	29,3	29,2	13,8	17,1	16,0	21,44	21,86	22,52	21,87
8	19,7	15,8	25,7	20,2	30,2	27,7	26,2	18,6	15,8	25,8	27,5	26,4	30,2	13,6	15,8	15,8	20,79	22,10	22,57	21,82
9	22,6	15,9	22,6	20,5	21,6	30,5	23,7	21,1	18,7	25,2	28,1	25,4	30,5	11,4	14,6	15,9	22,29	21,02	22,44	21,92
10	23,4	17,7	22,4	22,6	20,0	32,2	27,5	21,1	22,2	17,7	28,6	24,2	32,2	14,3	13,2	17,7	23,42	20,18	22,68	22,09
11	24,7	18,5	22,2	22,4	19,6	24,2	24,5	18,2	19,2	21,7	29,8	27,1	24,7	13,5	15,2	18,2	23,74	20,05	21,52	21,97
12	25,9	21,3	22,3	25,0	17,4	24,0	25,1	23,2	22,0	22,2	31,0	30,7	25,9	17,2	17,7	17,4	23,66	23,17	22,84	23,22
13	24,9	22,4	27,5	27,2	17,9	26,1	22,3	24,3	24,3	21,7	30,3	30,1	27,5	19,0	16,9	17,9	23,65	23,80	23,86	23,79
14	26,4	19,0	28,6	23,3	17,5	20,0	22,6	21,0	25,2	17,7	28,8	27,7	29,0	19,0	16,5	17,5	23,45	21,76	23,03	22,75
15	21,5	19,8	17,4	19,1	18,5	31,5	18,0	19,4	27,4	18,8	26,9	26,3	31,5	13,8	17,5	17,4	23,21	21,55	21,12	21,96
16	23,9	21,0	17,3	20,2	20,0	34,7	19,9	20,6	27,9	19,8	27,9	27,6	34,7	15,0	18,1	17,3	23,65	22,45	22,53	22,88
17	25,1	22,3	17,4	21,9	22,5	32,4	19,0	20,4	26,5	20,5	28,2	28,5	32,4	18,9	17,6	17,4	23,94	23,12	22,78	23,28
18	25,2	22,6	16,2	20,7	24,0	28,5	19,3	18,3	24,6	16,4	31,2	29,0	28,5	19,7	18,2	16,2	23,15	22,62	21,58	22,44
19	26,2	22,5	16,3	21,8	25,2	22,4	21,1	20,4	25,5	16,8	32,9	29,7	26,2	19,5	17,1	16,3	23,55	22,29	21,82	22,55
20	26,7	22,5	14,5	18,8	27,4	24,2	21,3	20,6	28,5	17,4	26,5	29,0	28,5	19,5	18,4	14,3	22,37	22,31	22,15	22,28
21	18,7	18,9	14,3	19,0	30,1	25,8	23,4	20,3	28,3	16,4	30,1	28,6	30,1	18,1	18,2	14,3	23,66	22,93	21,52	22,70
22	20,4	21,0	17,9	18,4	24,4	23,4	17,9	20,2	28,1	16,9	30,3	31,6	28,1	18,0	19,6	16,9	23,25	24,46	20,86	22,85
23	23,4	21,5	18,4	18,7	24,4	23,6	21,4	21,2	26,8	16,5	25,8	28,4	26,8	20,8	18,1	16,5	23,33	22,12	21,59	22,35
24	23,4	21,2	16,6	19,4	25,2	24,9	21,1	23,2	25,3	18,9	26,8	30,6	25,3	18,1	16,5	16,6	21,97	22,58	22,12	22,22
25	23,8	23,3	19,5	20,9	25,6	23,9	20,8	27,0	23,5	19,5	27,0	28,8	27,0	15,5	17,5	19,5	22,05	21,30	22,78	22,04
26	17,2	26,2	19,8	22,8	26,9	22,0	27,2	21,8	24,6	20,1	26,9	28,0	27,2	15,9	17,9	17,2	22,24	21,75	22,86	22,28
27	20,0	25,5	22,5	24,8	28,3	25,7	28,3	20,0	23,6	21,3	26,5	30,9	28,5	15,7	19,2	20,0	22,16	23,26	23,98	23,15
28	23,5	21,1	23,9	27,4	29,9	20,0	27,7	21,8	22,9	17,6	24,8	27,9	29,9	12,7	13,8	17,6	20,62	21,77	23,58	21,99
29	28,2	22,1	23,1	27,0	30,6	22,3	31,5	20,2	19,2	17,8	28,1	28,1	31,5	15,8	14,2	17,8	22,52	22,11	24,20	22,88
30	21,4	19,6	26,2	22,2	22,7	20,4	19,1	19,0	20,2	18,9	28,2	28,1	26,2	14,2	17,5	18,9	21,92	21,34	20,97	21,41
Moy.	22,4	20,1	21,0	21,6	23,7	26,7	23,5	20,6	22,7	20,0	28,1	28,5	28,9	16,2	16,6	17,1	22,49	22,23	22,25	22,32
Max.	28,2	26,2	28,9	27,4	30,6	34,7	31,5	27,0	28,5	25,8	32,9	32,3	34,7	20,8	19,6	20,0	23,94	24,46	24,20	23,79
Min.	17,2	13,8	14,3	16,1	17,4	20,0	17,9	17,5	15,8	16,4	24,8	24,2	24,7	11,4	13,2	14,3	20,61	20,18	20,36	21,35

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — JUILLET.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	23°,3	19°,5	26°,2	22°,0	23°,5	22°,1	22°,2	16°,4	19°,5	17°,0	29°,4	28°,7	26°,2	14°,2	17°,0	16°,4	22°,39	20°,57	21°,17	21°,38
2	21,1	17,5	24,1	18,0	23,0	18,5	25,1	20,1	22,2	17,6	28,6	29,4	25,1	15,6	18,9	17,5	21,74	22,19	20,72	21,55
3	19,5	21,3	25,3	17,8	22,4	17,3	28,5	21,7	18,3	17,8	28,9	30,4	28,5	16,6	18,8	17,3	22,88	23,74	20,99	22,54
4	21,1	23,3	22,5	17,8	23,7	17,7	30,5	21,4	20,7	20,0	28,4	31,1	30,5	17,2	20,0	17,7	24,12	24,95	21,87	23,65
5	23,8	21,4	20,7	18,9	24,5	18,9	25,1	20,3	23,3	22,0	30,3	33,9	25,1	16,6	20,2	18,9	24,38	25,86	21,89	24,04
6	23,9	19,2	18,1	22,0	28,1	19,2	26,7	18,2	21,9	25,5	29,0	32,7	28,1	19,5	18,4	18,1	24,34	25,00	22,28	23,87
7	25,7	20,6	19,9	23,0	22,0	21,3	26,9	17,7	22,3	23,5	30,1	32,3	26,9	18,3	20,3	17,7	24,56	25,53	22,29	24,13
8	30,0	20,2	21,9	20,8	18,1	20,9	29,1	19,2	20,3	19,7	28,0	30,3	30,0	17,8	21,1	18,1	23,19	24,98	22,02	23,40
9	30,7	20,9	24,5	16,1	18,5	20,2	26,3	17,7	19,8	21,5	27,2	32,8	30,7	18,0	17,0	16,1	21,91	23,55	21,60	22,29
10	29,5	20,8	25,9	17,7	21,1	21,7	25,9	20,0	19,6	23,1	24,1	31,9	29,5	16,5	16,0	17,7	21,64	22,76	22,53	22,31
11	22,3	21,0	25,7	19,0	22,4	20,1	24,3	22,9	21,4	19,5	26,9	31,2	25,7	17,8	17,4	19,0	23,20	23,31	21,86	22,79
12	24,3	20,6	22,5	20,1	23,5	20,1	27,9	23,8	25,6	17,0	30,5	31,9	27,9	16,8	17,4	17,0	24,83	22,91	22,34	23,36
13	24,4	19,8	22,6	20,1	25,5	20,9	30,7	23,3	25,9	19,5	31,8	31,9	30,7	16,8	16,8	19,5	23,76	23,97	23,27	23,67
14	25,6	19,1	26,5	20,7	27,9	23,9	31,4	24,0	23,0	23,0	30,8	31,4	31,4	17,7	18,8	19,1	22,94	24,87	24,51	24,11
15	22,5	21,2	27,5	23,8	29,8	27,7	23,5	23,8	23,1	25,0	28,7	30,0	29,8	19,4	16,2	21,2	23,31	24,43	24,79	24,18
16	21,5	22,4	23,9	25,9	32,3	32,1	25,2	25,9	22,9	22,1	26,2	32,1	32,3	18,8	16,0	21,5	23,30	24,27	25,42	24,33
17	21,8	22,0	24,0	21,3	26,3	31,4	26,1	28,1	22,2	19,1	27,6	32,9	31,4	20,2	19,7	19,1	23,98	25,29	24,23	24,50
18	22,2	22,7	19,0	20,6	23,1	26,1	29,4	20,6	23,5	21,1	32,2	32,5	29,4	20,3	19,6	19,0	24,42	24,14	22,83	23,80
19	21,5	22,4	22,3	21,4	24,8	20,4	31,3	21,7	22,8	22,9	33,1	26,2	31,3	19,4	18,5	21,4	24,67	22,67	24,05	23,80
20	21,2	25,3	22,9	21,8	26,7	21,9	29,5	19,2	22,8	24,3	28,4	27,7	29,5	18,6	18,3	19,2	23,10	22,16	23,56	22,94
21	23,3	28,2	19,5	18,4	27,2	24,6	29,1	21,1	24,0	21,5	26,5	28,5	29,1	17,6	18,3	18,4	21,98	22,37	23,69	22,68
22	23,2	28,7	20,0	22,7	24,4	20,2	29,7	22,6	26,3	19,4	28,7	26,9	29,7	16,0	19,0	19,4	21,58	23,33	23,72	22,88
23	23,9	28,5	21,9	23,8	22,0	21,3	27,8	19,0	24,1	20,5	28,2	26,8	28,5	15,2	17,0	19,0	21,37	24,15	23,28	22,93
24	23,9	29,5	22,6	26,3	24,9	22,3	19,3	20,3	21,4	21,1	27,7	31,5	29,5	15,7	16,6	19,3	21,83	25,18	23,16	23,40
25	25,2	30,7	24,0	26,3	27,3	21,4	19,5	19,1	23,7	22,5	27,2	27,2	30,7	15,8	17,9	19,1	20,83	22,57	23,97	22,46
26	21,7	30,3	22,0	21,7	27,7	20,0	21,1	16,2	25,6	22,8	26,7	26,8	30,3	16,5	18,9	16,2	21,51	22,18	22,91	22,20
27	23,8	26,7	21,9	22,5	27,4	22,1	23,2	16,5	21,5	25,9	26,0	24,6	27,4	19,1	18,7	16,5	22,76	21,66	23,15	22,52
28	26,1	20,2	21,9	23,8	27,3	23,0	25,0	18,3	20,9	25,9	29,3	24,9	27,3	19,0	19,6	18,3	23,70	22,56	23,24	23,17
29	25,6	21,6	20,9	23,5	26,0	18,8	24,6	18,9	19,5	24,2	26,5	27,8	26,0	18,1	17,7	18,8	23,30	22,24	22,36	22,63
30	22,7	22,7	22,5	24,5	25,5	18,9	24,4	18,9	22,4	24,1	27,4	29,4	25,5	18,0	19,2	18,9	22,73	24,12	22,06	23,17
31	20,1	26,4	23,9	27,0	26,7	18,8	25,9	18,0	22,8	19,6	29,5	31,1	27,0	17,2	18,3	18,0	21,35	23,44	22,92	22,57
Moy.	23,7	23,1	22,8	21,6	24,9	22,0	26,3	20,5	22,3	21,6	28,5	29,9	28,7	17,6	18,3	18,5	22,96	23,57	22,88	23,14
Max.	30,7	30,7	27,5	27,0	32,3	32,1	31,4	28,1	26,3	25,9	33,1	33,9	32,3	20,3	21,1	21,5	24,83	25,86	25,42	24,50
Min.	19,5	17,5	18,1	16,1	18,1	17,3	19,3	16,2	18,3	17,0	24,1	24,6	25,1	14,2	16,0	16,1	20,83	20,57	20,72	21,38

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — AOÛT.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	23°,8	22°,4	25°,5	27°,8	24°,5	19°,5	26°,5	19°,1	22°,8	22°,3	26°,0	34°,2	27°,8	18°,0	19°,4	19°,1	21°,50	23°,80	23°,40	22°,90
2	25,4	22,6	25,1	29,8	26,4	19,9	22,7	20,7	25,4	24,6	28,1	30,5	29,8	16,5	19,1	19,9	21,94	23,18	24,26	23,13
3	22,1	22,3	26,7	29,7	26,9	21,8	24,5	18,9	28,3	27,2	25,8	28,4	29,7	19,1	20,2	18,9	23,33	22,53	24,84	23,57
4	23,5	20,1	25,7	29,2	32,9	24,8	26,0	19,6	20,5	22,2	27,5	30,0	32,9	19,2	17,5	19,6	22,96	22,73	24,45	23,38
5	23,7	19,1	20,8	27,2	34,6	24,5	26,8	19,4	24,7	25,6	30,0	33,1	34,6	18,9	19,5	19,1	24,41	23,51	24,64	24,19
6	21,5	21,3	21,0	22,9	26,0	23,5	22,7	20,8	27,0	25,9	27,5	33,0	27,0	18,5	18,5	20,8	23,57	23,54	23,26	23,46
7	21,1	20,8	22,7	24,9	27,0	21,1	24,5	21,3	22,7	21,8	26,8	30,0	27,0	18,1	19,1	20,8	22,95	22,51	22,79	22,75
8	22,9	20,6	22,3	27,2	22,8	22,5	27,4	18,2	24,2	18,7	25,2	27,0	27,4	19,4	18,4	18,2	22,47	22,42	22,68	22,52
9	21,2	21,8	20,7	26,9	20,7	23,3	28,9	18,2	20,7	19,0	25,7	26,8	28,9	19,0	18,6	18,2	22,33	22,61	22,14	22,36
10	22,4	24,8	20,5	26,6	21,6	25,3	20,7	18,0	22,2	17,4	29,9	28,2	26,6	19,4	15,9	17,4	23,12	21,85	21,95	22,31
11	23,5	25,3	21,7	28,5	24,8	28,6	20,2	19,2	22,9	19,5	31,6	24,7	28,6	21,1	18,3	19,2	24,90	21,38	23,42	23,23
12	22,4	21,0	22,7	29,4	24,8	27,4	22,9	19,0	27,2	19,3	29,8	28,0	29,4	19,3	19,3	19,0	24,00	22,18	23,61	23,26
13	22,8	23,5	22,2	25,4	25,1	30,2	23,8	18,0	29,8	20,9	27,5	27,6	30,2	18,4	14,8	18,0	23,20	21,81	24,17	23,06
14	24,4	26,2	20,5	27,7	27,0	27,7	26,0	19,0	24,6	22,8	27,6	27,2	27,7	19,8	16,6	19,0	22,78	22,02	24,59	23,13
15	24,1	26,0	20,0	26,2	27,2	27,8	25,7	20,9	25,0	24,3	29,3	29,9	27,8	19,2	14,6	20,0	23,54	22,47	24,72	23,58
16	21,5	20,4	21,1	24,0	25,9	22,2	20,8	23,7	27,0	23,4	30,2	30,4	27,0	18,2	15,0	20,4	23,54	22,56	23,00	23,03
17	22,0	18,9	22,5	25,7	27,2	25,7	20,8	24,5	27,2	22,7	31,2	27,2	27,2	18,8	15,2	18,9	23,59	22,64	23,72	23,32
18	20,9	18,3	22,9	26,7	23,8	28,8	21,0	18,8	22,4	23,2	29,3	29,2	28,8	18,0	16,7	18,3	23,19	23,09	22,68	22,99
19	22,2	19,4	25,0	20,4	21,8	30,7	23,3	18,2	23,0	20,7	32,6	28,5	30,7	17,9	17,2	18,2	23,57	22,59	22,47	22,88
20	25,2	21,3	25,8	22,1	22,9	23,9	23,7	20,2	23,1	21,3	30,8	28,0	25,8	19,2	17,2	20,2	24,46	21,95	22,95	23,12
21	26,6	25,5	22,8	22,4	23,7	18,9	25,5	20,2	19,8	21,8	28,9	25,9	26,6	15,9	17,2	18,9	23,66	20,71	22,72	22,36
22	24,4	25,7	22,5	22,0	25,7	19,1	22,0	17,7	20,6	24,0	28,8	24,5	25,7	16,3	16,6	17,7	23,32	21,09	22,37	22,26
23	22,8	22,1	22,5	20,2	28,4	20,1	22,7	16,9	21,5	21,0	30,3	25,3	28,4	18,7	16,6	16,9	23,21	21,04	21,82	22,02
24	23,5	20,7	25,4	18,3	30,2	22,2	24,5	17,8	19,2	19,9	29,1	27,5	30,2	18,1	13,8	17,8	21,88	20,25	22,17	21,43
25	19,8	20,3	25,6	19,9	28,4	24,3	27,0	18,7	18,4	21,3	31,6	23,1	28,4	16,3	14,4	18,4	21,14	20,20	22,37	21,24
26	21,5	19,1	23,5	21,1	28,0	16,4	30,0	19,1	18,2	20,7	29,2	24,2	30,0	17,5	17,3	16,4	21,78	20,88	21,76	21,47
27	21,9	19,8	21,8	17,8	26,9	16,7	25,8	18,7	21,0	23,0	25,6	25,0	26,9	16,2	16,5	16,7	21,44	21,10	21,34	21,29
28	18,0	21,8	24,6	18,9	25,5	17,5	22,8	18,6	22,4	21,3	25,6	25,2	25,5	16,2	18,2	17,5	21,56	21,81	21,14	21,50
29	18,5	22,3	26,0	19,9	22,5	17,3	23,3	19,3	23,9	19,0	25,3	26,6	26,0	19,3	16,3	17,3	22,39	21,67	21,20	21,75
30	17,9	23,0	22,0	20,0	23,5	18,4	23,9	20,8	23,2	19,2	24,7	25,1	23,9	16,2	16,0	17,9	21,95	21,34	21,19	21,49
31	19,5	23,6	22,9	21,7	25,4	19,3	17,0	21,2	21,7	20,7	26,2	24,3	25,4	18,3	16,1	17,0	21,87	20,75	21,30	21,31
Moy.	22,3	21,9	23,1	24,2	25,9	22,9	24,0	19,5	23,2	21,8	28,3	27,7	28,1	18,2	17,1	18,6	22,89	22,01	22,87	22,59
Max.	26,6	26,2	26,7	29,8	34,6	30,7	30,0	24,5	29,8	27,2	32,6	34,2	34,6	21,1	20,2	20,8	24,90	23,80	24,84	24,19
Min.	17,9	18,3	20,0	17,8	20,7	16,4	17,0	16,9	18,2	17,4	24,7	23,1	23,9	15,9	13,8	16,4	21,14	20,20	21,14	21,24

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — SEPTEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	10°,1	25°,0	22°,9	21°,9	27°,1	17°,4	16°,4	17°,9	19°,9	21°,0	27°,9	24°,7	27°,1	14°,4	16°,8	16°,4	20°,82	20°,20	20°,86	20°,63
2	20,2	19,9	19,9	17,2	25,7	18,7	18,5	18,8	23,7	21,6	26,5	26,7	25,7	12,4	15,2	17,2	20,53	20,47	20,40	20,47
3	19,6	20,7	19,9	16,4	20,5	20,3	19,8	17,9	25,3	21,4	27,3	25,2	25,3	13,0	15,5	16,4	20,73	20,47	20,18	20,46
4	18,2	22,4	20,3	16,7	21,0	21,4	19,8	18,2	22,9	19,3	26,3	26,6	22,9	14,7	15,0	16,7	21,01	20,49	20,02	20,51
5	18,7	23,0	21,1	17,5	21,4	22,4	19,9	17,6	20,2	19,0	25,7	25,3	23,0	12,4	14,8	17,5	19,87	20,24	20,08	20,06
6	18,7	21,2	17,9	17,9	21,7	20,9	18,7	18,0	23,5	17,4	26,9	27,2	23,5	15,6	15,0	17,4	19,85	21,43	19,59	20,29
7	18,0	20,5	16,9	20,1	21,9	18,4	20,0	19,3	25,0	17,5	23,2	26.5	25,0	16,2	15,1	16,9	19,74	21,22	19,76	20,24
8	17,7	20,7	17,4	19,8	23,8	19,3	19,4	18,8	18,7	18,8	24,1	26,6	23,8	17,8	15,2	17,4	20.45	20,86	19,44	20,24
9	18,7	17,4	18,3	19,7	24,4	19,5	20,5	17,1	19,9	20,8	24,3	25,0	24,4	18,1	15,9	17,1	20,96	20,54	19,61	20,37
10	20,6	17,2	19,1	20,8	22,6	20,0	22,2	15.8	20,9	20,9	24,5	25,1	22,6	15,3	15,9	15,8	20,01	20,34	20,01	20,12
11	21,5	18,0	17,0	21,3	21,7	20,9	16,9	14,0	18,3	21,3	27,0	25,3	21,7	13,9	16,6	14,0	20,09	20,15	19,09	19,78
12	20,6	20,1	18,1	19,5	20,1	23,3	16,9	14,9	18,5	17,6	28,4	23,0	23,3	13,3	15,4	14,9	19,72	19,26	18,94	19,31
13	22,0	22,9	18,2	19,4	20,0	22,9	19,3	15,6	19,4	17,9	26,5	24,0	22,9	12,7	14,6	15,6	18,46	18,74	19,76	18,99
14	22,8	22,9	19,4	19,5	20,8	24,0	20,0	18,4	20,8	18,2	25,2	24,2	24,0	13,5	14,9	18,2	18,40	17,99	20,68	19,02
15	19,4	21,8	17,3	19,4	21,0	25,1	14,1	18,4	16,9	21,1	26,0	25,3	25,1	13,6	14,7	14,1	19,21	18,40	19,45	19,02
16	19,5	21,8	17.5	18,5	22,8	21,2	16,7	17.4	15,9	22,4	24,0	24,3	22,8	14,1	16,3	15,9	18,75	18,97	19,37	19,05
17	19,5	22,8	18,4	17,2	22,9	24,6	17,1	18,1	15,1	21,9	26,8	25,0	24,6	15,3	15,2	15,1	19,44	19,27	19,76	19,49
18	20,4	22,7	19,1	17,2	23,1	25,3	15,8	19,5	15,8	20,8	28,7	25,3	25,3	14,2	13.9	15,8	19,25	17.76	19,97	18,99
19	20,1	19,8	19,8	13,8	23,0	21,0	16,8	15,6	16,4	20,2	27,8	23,3	23,0	14,9	14,2	13,8	19,34	17,24	18,65	18,41
20	18,8	20,7	20,5	13,5	19,5	20,2	16,8	16,1	17,5	19,5	28,3	21,9	20,7	13,1	15,0	13,5	19,22	17,61	18,31	18,38
21	18,3	21,8	21,0	13,7	17,8	20,9	17,7	16,9	18,4	10,6	27.6	22,5	21,8	13,3	14,1	13,7	18,62	17,69	18,61	18,31
22	19,5	17,1	20,8	14,2	18,5	22,4	17,9	17,9	17,6	17,9	23,7	21,7	22,4	13,4	13,1	14,2	18,13	17,70	18,56	18,06
23	18,8	14,9	21,7	15,6	18,3	24,6	16,5	18,2	15,6	16,3	23,3	21,8	24,6	15.8	11,7	14,9	18,23	17,45	18,05	17,91
24	18,4	16,5	22,5	16,1	19,4	22,1	22,3	16,6	15,5	19,3	22,1	23,0	22,5	16,1	11,4	15,5	18,39	17,98	18,87	18,41
25	15,6	17,9	17,7	15,9	20,5	17,7	23,5	18,1	16,9	21,3	22,7	20,3	23,5	13,7	14,6	15,6	18,54	17,48	18,51	18,18
26	13,3	15,2	15,0	14,4	21,1	18,0	24,3	14,3	17,1	19,5	22,3	19,1	24,3	14,5	14,1	13,3	18,62	16,91	17,22	17,58
27	13,0	16,5	17,7	14,9	19,6	18,2	21,3	15,0	14,6	20,8	22,5	18,9	21,3	13,8	12,2	13,0	18,90	15,89	17,16	17,52
28	15,7	17,7	20,8	15,8	20,9	17,9	21,8	16,7	15,8	21,8	24,3	20,2	21,8	12,4	12,3	15,7	18,22	16,56	18,49	17,76
29	16,1	17,9	21.7	15,9	18,5	19,2	21,4	16,4	18,4	22,7	20,5	18,7	22,7	12,1	12,2	15,9	17,64	15,36	18,82	17,27
30	16,0	19,0	22,0	15,8	17,6	21,8	17,0	15,7	19,6	23,5	20,8	20,1	23,5	12,0	12,8	15,7	17,15	15,59	18,80	17,18
Moy. .	18,6	19,9	19,3	17,3	21,2	21,0	19,0	17,1	18,8	20,0	25,2	23,6	23,5	14,3	14,5	15,6	19,28	18,68	19,23	19,06
Max. .	22,8	25,0	22,9	21,9	27,1	25,3	24,3	19,5	25,3	23,5	28,7	27,2	27,1	18,1	16,8	18,2	21,01	21,43	20,86	20,63
Min. .	13,0	14,9	15,0	13,5	17,6	17,4	14,1	14,0	14,6	16,3	20,5	18,7	20,7	12,0	11,4	13,0	17,15	15,36	17,16	17,18

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — OCTOBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	17°,4	17°,5	23°,6	15°,3	19°,1	19°,4	18°,9	14°,3	21°,3	20°,5	22°,2	18°,3	23°,6	10°,3	13°,5	14°,3	16°,94	15°,78	18°,73	17°,15
2	17,1	17,7	18,2	17,1	20,0	16,3	20,6	15,3	22,5	16,1	22,2	18,5	22,5	13,1	13,8	15,3	16,96	16,57	18,09	17,21
3	12,2	19,9	16,9	17,0	17,8	16,9	19,0	15,0	20,5	17,0	20,7	21,2	20,5	13,4	13,1	12,2	16,91	16,25	17,22	16,79
4	11,8	19.0	18,8	19,3	18,8	17,3	21,5	15,0	17,1	17,7	21,3	21,1	21,5	12,4	14,0	11,8	16,32	16,73	17,63	16,89
5	11,8	17,3	18,6	20,3	19,9	17,8	22,8	13,2	17,5	17,5	22,1	19,9	22,8	12,8	15,1	11,8	16,12	16,91	17,67	16,90
6	14,4	18,8	18,9	21,1	14,5	14,0	23,0	15,6	19,0	17,6	22,8	20,4	23,0	13,2	13,2	14,0	16,81	16,33	17,69	16,94
7	15,7	17,8	18,1	18,8	15,1	14,1	21,6	17,1	20,1	18,8	23,4	19,8	21,6	11,2	12,5	14,1	16,46	15,71	17,72	16,63
8	16,7	11,9	19,3	19,8	15,1	15,9	22,2	15,1	21,2	17,5	22,5	19,7	22,2	11,9	10,7	11,9	15,82	15,25	17,47	16,18
9	16,7	17,9	15,2	19,5	15,7	12,3	18,3	13,3	21,9	17,5	22,2	20,1	21,9	12,9	9,7	12,3	16,65	14,88	16,83	16,12
10	13,9	18,6	13,1	15,9	15,6	12,9	19,2	10,3	20,7	17,3	23,0	18,5	20,7	12,4	10,3	10,3	16,04	14,90	15,75	15,56
11	14,9	17,4	11,3	17,5	14,4	13,6	16,3	11,1	21,6	18,6	22,0	17,4	21,6	11,1	10,4	11,1	15,28	14,31	15,67	15,09
12	15,4	17,1	14,5	18,4	16,3	14,8	16,8	10,9	21,6	16,4	22,0	18,2	21.6	11,6	7,5	10,9	15,21	14,32	16,22	15,25
13	15,6	13,8	14,7	16,8	16,2	12,6	16,9	7,4	16,9	17,0	18,0	18,3	17,0	9,8	5,8	7,4	14,76	13,29	14,79	14,28
14	16,1	12,8	14,7	16,9	15,7	14,7	16,4	11,9	18,5	18,2	18,3	19,1	18,5	8,2	6,5	11,9	14,35	12,17	15,59	14,04
15	16,8	13,5	14,6	16,0	15,3	16,4	17,7	12,0	17,9	21,4	20,4	15,5	21,4	12,5	7,7	12,0	15,41	12,57	16,16	14,71
16	14,8	12,5	12,8	15,8	14.9	17,3	18,9	14,1	16,9	22,4	20,9	18,1	22,4	12,4	8,3	12,5	15,14	12,51	16,04	14,56
17	14,4	13,1	13,8	16,6	15,5	17,5	18,2	14,5	15,2	15,4	16,9	20,1	18,2	11,3	6,5	13,1	13,81	12,48	15,42	13,90
18	13,1	12,1	14,3	16,6	15,9	17,5	17,1	12,1	14,4	13,4	17,2	17,4	17,5	10,6	11,0	12,1	13,67	13,55	14,65	13,96
19	13,2	10,6	15,3	14,5	18,1	18,0	15,8	13,4	12,4	13,1	17,6	16,4	18,1	8,5	7,6	10,6	12,95	13,17	14,44	13,52
20	13,3	10,9	14,1	13,0	18,1	15,1	14,1	14,8	13,9	12,4	15,3	17,4	18,1	8,4	9,4	10,9	12,85	13,60	13,97	13,47
21	14,2	11,3	14,7	13,9	16,4	13,5	14,6	13,4	13,1	11,5	15,4	18,2	16,4	8,5	8,2	11,3	12,98	12,82	13,66	13,15
22	14,8	11,9	14,7	14,0	14,9	13,1	9,9	12,1	16,6	11,2	16,3	16,7	16,6	8,8	9,3	9,9	13,09	12,49	13,32	12,97
23	16,3	12,6	15,0	13,1	13,8	11,8	7,5	13,0	17,2	12,7	16,2	17,5	17,2	9,7	6,9	7,5	13,16	13,24	13,50	13,23
24	16,7	11,8	15,3	13,2	13,1	14,4	7,8	14,1	13,8	11,7	16,1	18,2	16,7	10,3	6,6	7,8	13,81	12,78	13,19	13,26
25	17,1	13,6	13,1	12,6	15,0	12,8	8,2	15,9	13,8	11,2	16,9	16,3	17,1	8,4	5,9	8,2	12,90	12,59	13,53	12,87
26	17,8	13,7	12,7	9,9	15,8	10,7	11,4	15,4	14,1	11,2	17,1	16,2	17,8	6,9	6,0	9,9	11,99	11,83	13,27	12,36
27	18,4	9,7	13,1	9,1	14,6	11,7	11,5	16,4	8,5	11,6	17,3	16,5	18,4	8,5	8,0	8,5	11,08	11,75	12,46	11,76
28	18,7	10,5	12,0	7,8	14,0	10,3	10,0	17,0	7,0	12,5	17,5	17,7	18,7	9,0	9,4	7,0	11,98	12,13	11,98	12,03
29	18,5	12,1	10,6	8,4	14,4	10,7	10,6	17,3	8,5	12,6	16,9	16,6	18,5	4,0	7,0	8,4	10,70	11,46	12,57	11,51
30	14,5	14,9	11,4	9,8	13,5	8,7	8,8	16,7	9,0	12,3	16,9	17,3	16,7	3,8	7,4	8,7	10,81	11,70	11,96	11,49
31	13,1	16,0	11,5	11,0	13,9	7,9	9,7	12,4	7,4	14,2	13,8	18.8	16,0	5,1	6,7	7,4	10,85	12,41	11,71	11,66
Moy.	15,3	14,5	15,0	15,1	15,9	14,2	15,7	13,9	16,1	15,4	19,1	18,2	19,5	10,0	9,3	10,8	14,25	13,75	15,11	14,57
Max.	18,7	19,9	23,6	21,1	20,0	19,4	23,0	17,3	22,5	22,4	23,4	21,2	23,6	13,4	15,1	15,3	16,96	16,91	18,73	17,21
Min.	11,8	9,7	10,6	7,8	13,1	7,9	7,5	7,4	7,0	11,2	13,8	15,5	16,0	3,8	5,8	7,0	10,70	11,40	11,71	11,49

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — NOVEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	13,3	14,8	12,6	12,1	11,5	5,2	11,0	9,2	7,4	14,5	14,8	15,2	14,8	4,3	8,7	5,2	10,44	11,81	11,16	11,14
2	15,4	12,2	6,5	9,9	12,4	6,8	12,7	9,1	6,9	12,0	13,8	19,0	15,4	7,5	5,1	6,5	11,00	12,14	10,39	11,18
3	16,0	11,0	6,7	2,6	15,1	6,8	10,9	6,8	7,3	11,0	13,2	19,1	16,0	9,0	4,1	2,6	11,31	11,52	9,42	10,75
4	13,8	11,0	7,5	3,1	16,1	3,6	11,5	6,1	7,8	10,9	15,0	16,0	16,1	6,5	6,3	3,1	10,84	11,38	9,14	10,45
5	7,3	12,1	8,1	3,2	16,7	3,5	13,2	4,8	9,4	11,0	17,1	17,0	16,7	4,4	5,2	3,2	10,17	11,35	8,93	10,15
6	10,6	12,1	4,2	3,8	15,0	6,1	15,8	5,7	10,3	11,0	18,8	17,9	15,9	2,0	3,8	3,8	10,12	11,53	9,55	10,40
7	13,0	11,4	5,0	4,9	16,9	6,2	15,8	5,6	10,4	11,5	17,9	15,2	16,9	1,2	2,4	4,9	9,79	10,68	10,07	10,18
8	12,3	11,4	7,4	8,1	14,6	3,7	14,0	5,5	10,2	10,1	18,5	15,7	14,6	1,7	2,0	3,7	9,64	11,03	9,71	10,13
9	11,2	8,2	10,5	8,1	13,6	5,5	11,1	5,0	9,5	10,2	16,9	15,8	13,6	2,0	4,9	5,0	9,09	10,44	9,27	9,60
10	10,1	7,6	11,3	9,0	9,2	2,2	8,4	4,3	8,5	10,8	17,0	13,7	11,3	2,7	5,1	2,2	9,80	10,03	8,12	9,52
11	9,6	8,1	11,4	7,8	9,3	5,7	8,7	4,4	8,7	11,2	14,0	13,0	11,4	1,6	3,6	4,4	9,45	9,19	8,49	9,04
12	7,3	8,4	11,4	6,0	7,1	6,6	6,1	4,0	10,8	8,4	13,7	13,2	11,4	2,9	0,0	4,0	9,81	8,53	7,61	8,65
13	7,6	7,7	6,9	6,5	9,8	5,6	4,5	5,3	10,8	9,6	15,6	13,2	10,8	3,3	2,1	4,5	9,34	8,49	7,43	8,42
14	3,3	4,7	6,7	5,4	10,4	5,9	4,5	11,7	14,3	10,2	14,0	13,0	14,3	3,2	1,0	3,3	8,40	8,05	7,71	8,05
15	5,6	8,0	5,0	3,5	10,2	5,4	5,4	11,9	8,1	9,5	11,2	13,5	11,9	3,2	2,5	3,5	7,81	8,99	7,26	8,02
16	6,7	10,3	5,6	5,0	7,4	2,7	7,8	11,0	6,4	9,8	15,3	14,4	11,0	2,9	2,7	2,7	8,25	8,90	7,27	8,14
17	8,0	10,1	6,0	5,1	8,1	2,5	2,5	9,2	5,0	6,3	16,1	14,9	10,1	2,5	1,6	2,5	8,53	8,13	6,37	7,68
18	9,1	6,5	6,4	4,6	8,0	0,2	2,7	7,6	2,8	6,8	15,7	13,8	9,1	0,6	3,6	0,2	9,01	9,10	5,45	7,85
19	6,5	2,6	6,8	4,7	4,8	0,0	3,3	6,7	1,3	5,4	14,4	13,7	6,8	2,7	2,8	0,0	8,79	8,92	4,19	7,30
20	3,8	2,8	5,4	6,5	5,0	1,8	2,2	5,0	1,9	2,8	12,5	13,4	6,5	2,0	2,7	1,8	7,74	9,09	3,92	6,92
21	4,5	2,4	4,2	8,6	7,2	2,8	2,0	5,1	5,2	1,6	10,9	13,6	8,6	3,7	2,2	1,6	8,12	8,68	4,36	7,05
22	5,0	2,2	6,9	4,4	7,8	2,2	5,7	5,9	8,3	1,6	14,2	13,2	8,3	5,9	3,6	1,6	8,91	8,12	5,00	7,34
23	3,8	2,3	7,1	10,4	7,8	-1,9	8,1	6,8	10,2	2,5	14,7	13,2	10,4	4,4	2,2	-1,9	8,91	8,35	5,71	7,66
24	5,5	2,4	6,9	11,0	9,9	-2,9	9,3	6,2	7,1	2,6	12,2	13,5	11,0	2,2	3,2	-2,9	7,56	8,16	5,80	7,17
25	5,5	2,5	4,6	11,6	10,9	4,3	6,1	4,8	2,9	-1,9	13,1	13,6	11,6	1,3	3,5	-1,9	7,93	7,95	5,13	7,00
26	3,2	3,9	2,3	4,0	7,8	10,2	3,1	6,8	9,6	0,1	13,2	13,6	10,2	0,7	4,1	0,1	7,12	9,13	5,10	7,12
27	2,8	2,0	2,5	1,5	7,3	11,9	7,1	8,1	12,2	4,8	13,7	12,0	12,2	-0,5	-1,4	1,5	6,95	8,57	6,02	7,11
28	1,8	1,6	6,4	4,0	4,7	12,2	8,5	2,1	9,2	5,2	13,8	11,5	12,2	4,3	-0,8	1,6	9,03	7,92	5,57	7,51
29	1,8	9,1	6,2	4,2	3,0	10,4	6,2	3,8	9,0	5,3	17,0	11,6	10,4	3,4	-0,6	1,8	10,49	6,90	5,90	7,76
30	2,3	9,1	6,2	3,2	4,0	10,6	5,9	11,9	12,8	6,2	17,4	10,8	12,8	5,3	0,3	2,3	10,63	6,13	7,22	7,99
Moy.	7,6	7,3	6,8	6,1	9,7	4,9	7,8	6,7	8,1	7,4	14,9	14,2	12,1	3,3	2,9	2,4	9,17	9,30	7,24	8,57
Max.	16,0	14,8	12,6	12,1	16,9	12,2	15,8	11,9	14,3	14,5	18,8	19,1	16,9	9,0	8,7	6,5	11,31	12,14	11,16	11,18
Min.	1,8	1,6	2,3	1,5	3,0	-2,9	2,0	2,1	1,3	-1,9	10,9	10,8	6,5	-0,5	-1,4	-2,9	6,95	6,13	3,92	6,92

TEMPÉRATURES MAXIMA PAR JOUR. — DÉCEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MAXIMUM DIURNE le plus élevé.			MAXIMUM DIURNE le moins élevé.			MAXIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	3°,2	9°,0	6°,5	1°,3	5°,2	10°,0	3°,2	12°,6	13°,1	6°,7	14°,9	10°,8	13°,1	6°,5	0°,0	1°,3	10°,73	5°,44	7°,08	7°,75
2	4,2	7,9	6,3	1,7	10,8	7,6	2,9	7,9	9,9	7,3	13,7	9,2	10,8	7,6	-1,8	1,7	10,65	5,28	6,65	7,53
3	3,9	8,0	3,8	-0,2	11,0	8,1	0,5	6,9	6,2	7,4	14,0	9,2	11,0	4,7	-1,0	-0,2	10,11	5,65	5,56	7,10
4	5,2	8,8	-0,7	0,2	11,3	7,2	-0,8	8,6	3,1	7,8	13,0	9,2	11,3	4,9	-2,2	-0,8	9,87	5,86	5,07	6,93
5	5,6	8,2	5,0	2,9	11,3	7,2	4,2	9,0	2,8	9,2	12,5	10,5	11,3	2,8	-2,7	2,8	8,69	6,64	6,54	7,29
6	4,5	6,4	4,8	10,9	8,6	6,5	5,7	10,4	3,6	10,6	12,4	11,0	10,9	3,2	-2,9	3,6	7,58	7,30	7,20	7,36
7	4,1	7,1	2,2	14,5	8,0	6,5	7,2	10,3	9,2	12,2	12,4	10,6	14,5	-0,5	-3,3	2,2	6,42	6,92	8,13	7,16
8	3,9	7,4	2,1	15,2	7,5	4,7	7,5	10,8	11,7	12,1	10,8	13,1	15,2	0,5	-5,9	2,1	5,98	6,18	8,29	6,82
9	3,1	7,3	-0,9	13,9	7,6	5,2	6,2	9,9	12,3	8,2	11,6	13,4	13,9	-0,3	-5,2	-0,9	6,12	5,99	7,28	6,46
10	1,1	7,3	-1,8	13,5	5,4	3,3	2,9	9,9	11,8	7,9	12,4	12,3	13,5	0,8	-5,7	-1,8	5,99	6,31	6,13	6,14
11	-1,6	5,7	-1,6	13,7	5,3	1,8	0,3	7,4	10,8	10,7	11,2	13,1	13,7	-2,3	-5,1	-1,6	5,19	5,45	5,25	5,30
12	1,5	4,1	-1,8	10,3	6,1	2,9	-0,5	6,7	9,8	6,9	11,2	11,4	10,3	-1,3	-6,9	-1,8	5,44	4,51	4,60	4,78
13	6,5	5,0	-1,1	10,5	6,7	3,0	2,4	4,5	9,9	6,6	10,8	11,7	10,5	0,8	-4,6	-1,1	6,83	4,49	5,40	5,57
14	7,4	9,6	0,0	9,5	5,0	2,3	2,0	3,4	10,7	5,2	10,9	12,8	10,7	-2,4	-2,7	0,0	6,25	5,59	5,51	5,78
15	0,9	10,8	4,5	8,6	0,8	2,7	0,5	3,3	9,7	5,0	8,9	12,3	10,8	-6,2	-1,4	0,5	4,75	7,30	4,68	5,58
16	-0,2	10,9	4,7	6,7	5,6	2,5	-1,6	3,0	8,9	4,0	10,7	13,0	10,9	-5,7	1,1	-1,6	5,24	8,32	4,45	6,00
17	-0,2	9,2	5,0	1,6	8,5	2,7	-3,3	3,3	8,7	3,8	10,0	12,9	9,2	-4,7	0,6	-3,3	5,55	7,69	3,93	5,72
18	-4,6	4,2	4,0	3,4	8,6	4,9	-6,8	2,8	8,8	5,1	12,6	10,6	8,8	-4,0	-4,9	-6,8	5,66	6,23	3,04	4,98
19	-5,7	2,7	0,2	6,1	8,2	8,6	-7,7	1,2	7,8	9,8	13,0	11,5	9,8	-1,2	1,7	-7,7	5,50	6,36	3,12	4,99
20	0,2	3,4	-4,4	6,3	6,0	8,8	-6,2	-0,3	3,9	8,5	13,3	11,4	8,8	-1,1	0,5	-6,2	6,07	6,00	2,62	4,90
21	0,0	4,4	-5,9	6,5	7,6	6,6	-0,5	-0,3	1,8	5,5	13,9	10,5	7,6	-3,4	-1,1	-5,9	6,12	4,24	2,57	4,31
22	-1,0	9,6	-6,9	6,7	9,3	10,0	3,8	-1,4	-0,2	5,6	12,3	9,2	10,0	-4,8	-1,9	-6,9	4,87	2,84	3,55	3,75
23	-1,8	10,9	1,6	6,1	9,2	9,7	4,9	-0,2	3,9	4,3	12,9	7,0	10,9	-0,4	-1,3	-1,8	6,93	2,53	4,86	4,77
24	0,5	8,2	6,4	5,0	9,7	10,6	6,6	0,3	4,8	5,1	14,3	8,2	10,6	0,5	-1,2	0,3	7,18	2,64	5,72	5,18
25	-1,1	10,1	6,8	4,3	9,8	8,4	7,1	-1,9	0,9	7,6	14,7	12,3	10,1	-1,7	-1,1	-1,9	6,40	3,23	5,20	4,94
26	-8,3	10,5	7,9	3,5	8,1	7,6	8,7	-3,1	1,4	8,8	12,6	12,4	10,5	-5,1	-1,7	-8,3	5,10	4,55	4,51	4,72
27	-2,5	7,7	8,3	2,7	6,1	7,9	8,6	-2,1	1,3	8,6	14,7	11,8	8,6	-5,1	-2,2	-2,5	4,92	4,67	4,66	4,75
28	-2,1	5,0	8,8	2,4	6,8	7,0	7,1	-2,6	1,3	8,2	15,0	11,9	8,8	-4,3	-1,4	-2,6	4,54	5,18	4,19	4,64
29	-4,9	3,6	10,1	0,8	5,7	5,1	7,7	-3,0	1,1	8,1	11,1	10,3	10,1	-4,1	-4,0	-4,9	4,88	3,26	3,43	3,86
30	-4,0	6,4	8,9	4,2	4,8	4,8	10,7	-0,6	-1,0	7,9	11,2	10,9	10,7	-5,1	-4,3	-4,0	5,48	3,49	4,21	4,39
31	-0,5	6,8	8,0	6,9	4,0	4,6	10,9	4,8	0,0	7,9	12,6	9,4	10,9	-2,5	-6,5	-0,5	6,28	3,22	5,34	4,95
MOY.	0,6	7,3	2,9	6,4	7,4	6,1	3,0	3,9	6,1	7,5	12,4	11,1	10,9	-1,1	-2,6	-1,9	6,49	5,26	5,12	5,63
MAX.	7,4	10,9	10,1	15,2	11,3	10,6	10,9	12,6	13,1	12,2	15,0	13,4	15,2	7,6	1,7	3,6	10,73	8,32	8,29	7,75
MIN.	-8,3	2,7	-6,9	-0,2	0,8	1,8	-7,7	-3,1	-1,0	3,8	8,9	7,0	7,6	-6,2	-6,9	-8,3	4,54	2,53	2,57	3,75

TABLEAU N° 2.

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — JANVIER.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	4°,5	-4°,2	5°,1	-0°,3	6°,1	-1°,7	-1°,0	9°,8	0°,8	-2°,8	9°,7	8°,7	9°,8	-7°,6	-8°,1	-4°,2	1°,25	-0°,89	1°,65	0°,66
2	5,3	-4,7	4,0	-0,3	6,8	-3,7	-0,2	8,6	-7,7	-0,1	7,6	7,2	8,6	-11,7	-9,7	-7,7	0,01	-1,54	0,80	-0,24
3	5,3	-6,2	3,7	4,7	3,1	-2,7	2,1	7,7	-8,2	-3,6	5,7	4,3	7,7	-6,6	-8,7	-8,2	0,46	-2,72	0,59	-0,56
4	4,2	-3,6	6,1	4,7	4,5	-5,6	2,7	6,9	-3,2	0,0	4,3	5,4	6,9	-6,7	-4,7	-5,6	-0,20	-0,77	1,67	0,23
5	6,2	-0,9	5,5	4,4	0,2	-10,5	3,2	4,7	-6,6	1,5	5,0	3,4	6,2	-8,0	-2,7	-10,5	-1,63	0,53	0,77	-0,11
6	5,2	1,2	6,5	6,2	-2,7	-9,3	-1,9	4,6	-7,3	0,5	4,3	5,5	6,5	-7,5	-4,8	-9,3	-1,71	0,63	0,30	-0,26
7	6,9	1,5	6,2	3,7	-6,6	-9,9	-1,7	2,1	-9,8	1,0	4,3	5,1	6,9	-10,0	-5,6	-9,9	-2,69	-0,23	-0,66	-1,19
8	5,0	3,8	6,7	3,6	-9,1	-5,2	-0,9	1,0	-16,8	0,6	3,8	3,7	6,7	-11,8	-4,8	-16,8	-3,90	-0,08	-1,13	-1,70
9	4,2	2,1	4,1	2,6	-5,7	1,4	-5,1	0,0	-15,9	1,7	5,7	5,4	4,2	-13,9	-7,9	-15,9	-4,07	-0,66	-1,06	-1,93
10	5,4	2,8	0,6	2,7	-5,1	1,2	-4,1	0,2	-15,3	5,0	5,2	1,5	5,4	-12,8	-7,5	-15,3	-4,81	-1,49	-0,66	-2,32
11	7,6	1,8	-2,2	-2,3	0,5	1,2	0,8	0,1	-9,3	7,1	4,3	3,9	7,6	-12,9	-7,6	-9,3	-3,19	-0,74	0,53	-1,13
12	7,5	-1,9	-2,5	-4,0	1,2	-1,0	4,2	0,2	-8,0	3,5	7,3	7,6	7,5	-10,5	-7,6	-8,0	-0,99	-1,39	-0,08	-0,82
13	7,9	-0,9	0,7	-4,1	-0,3	-0,3	3,3	1,5	-8,8	3,3	6,9	9,1	7,9	-14,2	-8,8	-8,8	-1,45	-0,84	0,23	-0,69
14	5,6	-0,2	1,3	-6,0	-0,4	0,7	-1,4	1,4	-9,5	3,6	8,1	9,4	5,6	-17,3	-11,9	-9,5	-0,56	-1,04	-0,49	-0,70
15	4,2	0,4	0,2	-5,5	2,4	1,4	0,9	1,5	-12,6	0,8	8,5	8,2	4,2	-13,3	-8,7	-12,6	0,83	-1,44	-0,63	-0,41
16	4,9	2,8	-1,6	-0,2	0,8	3,1	-2,0	5,4	-16,8	-5,3	6,0	10,8	5,4	-18,8	-9,2	-16,8	-1,23	-0,97	-0,89	-1,03
17	5,7	4,3	-10,7	1,4	0,9	0,5	-1,2	0,8	-12,0	-6,8	8,2	6,4	5,7	-15,9	-9,0	-12,0	-0,51	-0,47	-1,71	-0,90
18	5,0	3,4	-8,9	4,1	2,1	0,5	2,3	-1,5	-1,9	-9,8	8,4	6,5	5,0	-16,9	-8,9	-9,8	-0,29	0,56	-0,47	-0,07
19	3,9	-1,2	-11,2	4,6	5,7	2,7	7,0	1,6	-3,3	-10,2	7,5	5,9	7,0	-18,7	-7,5	-11,2	-1,13	0,58	-0,04	-0,20
20	4,6	1,0	-10,5	6,4	2,1	4,4	5,2	2,0	-2,9	-7,1	5,3	7,6	6,4	-17,4	-7,6	-10,5	-1,32	-0,43	0,52	-0,41
21	5,1	2,6	-12,1	7,6	2,1	1,5	4,0	4,4	0,0	-6,3	6,2	5,7	7,6	-13,2	-13,6	-12,1	-1,46	-1,05	0,89	-0,54
22	3,3	-0,6	-7,8	8,4	0,5	-0,2	2,7	2,8	1,3	-0,4	7,1	9,6	8,4	-8,1	-11,4	-7,8	0,27	0,27	1,00	0,51
23	0,8	1,5	-5,3	3,3	0,8	0,2	2,2	1,6	0,7	2,9	7,7	8,7	5,3	-7,3	-8,8	-5,3	0,87	-0,65	0,87	0,56
24	3,1	1,9	-6,0	7,4	0,8	3,0	1,5	3,7	-0,3	3,7	10,2	8,8	7,4	-12,4	-3,7	-6,0	1,25	0,77	1,88	1,30
25	1,2	2,0	-5,3	6,6	1,5	3,1	4,7	3,5	2,3	5,7	9,6	8,0	6,6	-15,2	-4,6	-5,3	-0,05	2,11	2,53	1,53
26	0,3	3,7	-5,9	2,8	-0,5	-4,1	6,9	0,0	7,3	1,7	6,6	8,0	7,3	-13,9	-9,5	-5,9	-1,00	2,16	1,31	0,82
27	-0,5	1,1	-2,6	4,8	0,3	-3,0	4,2	2,7	5,0	-0,8	9,9	7,8	5,0	-9,1	-10,9	-3,0	1,22	1,05	1,12	1,13
28	-0,9	2,4	-9,9	1,5	-3,6	-3,9	6,7	1,1	3,8	-0,5	8,8	8,8	6,7	-5,7	-13,7	-9,9	1,58	1,34	-0,31	0,87
29	1,8	2,7	-6,4	0,7	-3,6	-1,8	5,0	0,4	0,5	2,8	4,6	6,3	5,0	-6,0	-7,6	-6,4	0,69	1,39	0,21	0,76
30	3,5	5,2	-10,9	-1,5	-4,5	2,3	8,2	2,4	0,7	6,4	3,1	7,7	8,2	-2,4	-0,7	-10,9	0,40	2,43	1,18	1,34
31	2,3	7,5	-9,9	0,6	-4,5	2,9	2,5	2,2	1,6	7,0	3,0	8,8	7,5	-4,3	-6,4	-9,9	-0,41	1,61	1,22	0,81
MOY. .	4,2	1,0	-2,5	2,2	-0,1	-1,1	2,0	2,7	-4,9	0,2	6,5	6,9	6,6	-11,3	-7,8	-9,5	-0,77	-0,06	0,56	-0,16
MAX. .	7,9	7,5	6,7	8,4	6,8	4,4	8,2	9,8	7,3	7,1	10,2	10,8	9,8	-2,4	-0,7	-3,0	1,58	2,43	2,53	1,53
MIN. .	-0,9	-6,2	-12,1	-6,0	-9,1	-10,5	-5,1	-1,5	-16,8	-10,2	3,0	1,5	3,3	-18,8	-13,7	-16,8	-4,81	-2,72	-1,71	-2,32

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — FÉVRIER.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	3°,6	6°,7	-8°,2	0°,6	-4°,9	1°,4	1°,1	-0°,1	-0°,7	9°,5	4°,3	7°,3	9°,5	-9°,3	-1°,8	-8°,2	-0°,89	1°,21	0°,90	0°,41
2	2,2	3,7	-16,6	0,5	-5,9	-3,2	2,9	-0,1	3,5	8,3	5,8	7,5	8,5	-8,6	-5,9	-16,6	-0,36	1,12	-0,49	0,09
3	1,5	-0,1	-10,1	-1,9	-7,8	-0,8	3,2	-3,5	0,3	7,9	4,7	8,2	7,9	-9,7	-3,2	-10,1	-0,67	1,74	-1,13	-0,02
4	1,5	-1,1	2,0	-3,5	-8,1	1,9	1,7	-1,9	-1,0	8,1	7,2	4,2	8,1	-10,9	-1,9	-8,1	-1,00	1,24	-0,04	0,07
5	-0,9	2,1	2,6	-0,1	-6,8	4,3	1,5	1,8	0,2	8,1	5,8	6,4	8,1	-11,0	-1,9	-6,8	-1,06	2,12	1,28	0,78
6	-0,5	6,0	1,7	3,2	-4,9	1,8	0,9	0,9	1,8	8,0	7,1	9,3	8,0	-10,0	-2,0	-4,9	-0,83	3,08	1,89	1,38
7	0,3	8,7	-0,2	7,1	0,1	-0,5	4,6	0,8	6,2	-3,8	5,5	6,4	8,7	-10,0	-3,0	-3,8	0,18	1,08	2,33	1,20
8	0,3	3,4	-1,7	9,7	-1,9	-4,1	2,1	1,7	4,0	-5,8	7,4	6,2	9,7	-5,7	-7,0	-5,8	2,73	0,92	0,77	1,47
9	0,1	1,5	-7,7	6,7	0,3	-4,4	1,9	0,8	4,0	-7,1	8,0	6,2	6,7	-4,4	-10,3	-7,7	2,84	0,56	-0,39	1,00
10	-0,1	0,3	-12,1	7,9	3,0	-5,1	5,1	-1,8	3,1	-6,9	7,0	5,5	7,9	-11,3	-11,1	-12,1	1,65	-0,65	-0,66	0,11
11	0,0	-2,5	-10,5	8,5	4,6	-4,2	5,1	-2,9	-1,0	-2,0	7,3	4,5	8,5	-5,7	-12,4	-10,5	1,90	-1,21	-0,51	0,06
12	-0,3	-1,0	-6,8	7,8	2,1	0,5	3,9	-4,4	-1,8	1,4	5,5	3,4	7,8	-3,5	-12,4	-6,8	2,60	-1,58	0,14	0,39
13	-1,7	-4,7	-8,8	8,8	0,6	3,3	3,0	-7,1	-2,4	0,5	6,9	3,4	8,8	-10,4	-11,0	-8,8	2,50	-1,38	-0,85	0,09
14	-4,3	-6,4	-8,6	7,5	3,1	2,2	3,4	-6,7	1,4	-0,7	7,0	4,7	7,5	-7,5	-4,9	-8,6	2,79	-0,66	-0,91	0,41
15	-3,5	-2,7	-8,5	6,1	-1,7	0,2	2,9	-5,9	3,3	0,6	5,4	7,7	6,1	-6,4	-3,7	-8,5	2,30	1,06	-0,92	0,81
16	-2,7	-1,1	-10,9	2,2	1,2	0,7	7,1	0,7	4,7	-1,2	5,6	8,5	7,1	-11,9	-3,5	-10,9	0,85	2,35	0,07	1,09
17	-3,7	-1,0	-15,6	1,2	2,3	-1,8	9,0	-1,1	6,9	0,0	7,5	5,6	9,0	-6,0	-4,6	-15,6	2,09	1,72	-0,38	1,14
18	-2,9	-0,9	-14,7	-1,9	3,2	-5,7	5,6	-2,0	4,0	4,5	5,1	8,6	5,6	-3,0	-1,9	-14,7	0,57	2,14	-1,08	0,54
19	-8,0	0,1	-15,1	1,8	4,6	-6,7	2,1	1,7	5,0	5,4	6,6	4,1	5,4	-1,2	-13,2	-15,1	2,03	0,17	-0,91	0,43
20	-6,4	0,6	-12,1	-0,1	4,3	-6,6	2,1	-2,9	7,1	9,7	6,3	5,4	9,7	-3,4	-15,0	-12,1	1,81	0,50	-0,43	0,63
21	-1,6	0,7	-11,7	-0,7	4,2	-6,6	5,1	-1,1	6,9	5,1	6,4	4,4	6,9	-5,3	-9,8	-11,7	1,53	0,97	0,03	0,84
22	-1,1	-0,3	-5,0	-3,7	4,8	-4,3	2,2	-3,1	7,7	5,1	4,2	7,5	7,7	-5,0	-8,5	-5,0	0,73	1,41	0,23	0,79
23	0,3	0,0	-8,9	0,4	2,6	-2,3	2,5	-5,6	8,9	5,4	5,0	8,6	8,9	-7,9	-5,3	-8,9	0,95	1,42	0,33	0,90
24	-1,9	0,6	-3,2	2,5	0,2	-5,1	1,3	-7,1	7,5	3,2	6,1	8,7	7,5	-6,5	-3,4	-7,1	1,15	1,51	-0,20	0,82
25	-0,1	5,2	1,2	3,5	-0,6	-9,2	3,3	-5,5	5,0	1,4	5,9	7,9	5,2	-5,8	-5,5	-9,2	1,68	0,92	0,42	1,01
26	-2,0	2,9	4,2	3,0	4,3	-6,9	2,2	0,6	4,4	-1,0	7,0	7,2	4,4	-4,3	-4,2	-6,9	1,58	1,88	1,17	1,54
27	-0,1	0,7	-0,1	6,6	3,4	-7,3	5,5	3,9	3,9	-0,9	6,8	8,4	6,6	-5,7	-3,2	-7,3	1,74	0,75	1,56	1,35
28	-4,6	2,1	0,7	5,7	1,0	-8,0	4,2	1,3	3,7	-2,7	9,6	9,5	5,7	-3,3	-5,4	-8,0	2,69	0,57	0,34	1,20
29	»	»	»	4,1	»	»	»	1,3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Moy.	-1,3	0,8	-6,6	3,2	0,3	-2,7	3,4	-1,6	3,4	2,1	6,3	6,6	7,5	-6,9	-6,3	-9,3	1,22	0,89	0,09	0,73
Max.	3,6	8,7	4,2	9,7	4,8	4,3	9,0	3,9	8,9	9,7	9,6	9,5	9,7	-1,2	-1,8	-3,8	2,84	3,08	2,33	1,54
Min.	-8,0	-6,4	-16,6	-3,7	-8,1	-9,2	0,9	-7,1	-2,4	-7,1	4,2	3,4	4,4	-11,9	-15,0	-16,6	-1,06	-1,58	-1,13	-0,02

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — MARS.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	-5°9	0°6	4°7	2°3	2°7	-3°6	2°1	-0°6	3°7	-1°6	6°9	9°2	4°7	-6°4	-7°7	-5°9	1°00	0°41	0°44	0°62
2	-5,6	-0,1	2,4	4,5	6,2	-3,7	1,7	-0,5	5,0	-2,9	5,5	7,3	6,2	-5,5	-4,3	-5,6	1,66	0,98	0,70	1,11
3	-3,8	1,2	4,4	3,3	0,2	-2,2	4,7	1,3	5,7	-1,3	7,3	6,9	5,7	-3,0	-6,7	-3,8	3,21	0,77	1,35	1,78
4	-3,3	0,8	1,2	2,5	2,3	-5,1	7,6	5,0	1,9	-0,9	8,6	8,6	7,6	-1,6	-9,6	-5,1	3,64	0,58	1,20	1,81
5	-0,5	-0,6	0,4	1,8	1,6	-3,8	9,8	2,9	1,3	-4,0	8,3	8,7	9,8	-4,2	-8,9	-4,0	2,47	0,70	0,89	1,35
6	2,1	-1,7	1,8	3,0	3,2	-3,5	7,2	2,1	3,5	0,6	7,7	5,6	7,2	-2,7	-10,7	-3,5	3,09	-0,43	1,83	1,50
7	3,6	-1,0	1,5	-1,8	5,5	-4,0	7,6	0,4	5,7	8,7	7,5	5,2	8,7	-2,9	-9,5	-4,0	2,21	0,11	2,62	1,65
8	4,8	2,4	-2,1	-2,3	4,2	-0,9	6,2	-1,8	3,4	6,8	7,5	4,5	6,8	-3,1	-7,7	-2,3	2,51	0,03	2,07	1,54
9	3,3	7,8	-1,2	3,4	0,1	-2,1	2,0	-3,6	5,0	9,1	8,6	4,9	9,1	-3,7	-6,0	-3,6	2,13	-0,53	2,38	1,33
10	0,8	10,0	-2,2	4,8	-1,7	-0,4	-0,4	-3,9	2,2	7,8	7,5	4,2	10,0	-2,9	-8,3	-3,9	2,24	0,10	1,70	1,35
11	0,7	6,5	-2,1	-0,7	-3,3	-1,1	1,6	-2,8	5,0	6,0	6,7	3,0	6,5	-1,8	-10,3	-3,3	2,27	0,19	0,98	1,15
12	0,8	4,1	-1,1	-2,8	-1,7	-2,0	9,1	-3,6	1,3	7,9	6,5	3,0	9,1	-4,2	-8,0	-3,6	1,78	-0,14	1,20	0,95
13	3,4	6,3	0,0	-2,9	0,0	-0,9	10,5	-0,2	2,1	8,2	6,4	6,0	10,5	-5,1	-11,3	-2,9	2,32	0,57	2,65	1,85
14	7,6	6,6	-1,0	-1,2	1,3	1,1	10,1	0,1	0,5	5,9	6,0	6,6	10,1	-3,2	-13,0	-1,2	2,33	0,61	3,10	2,01
15	3,1	7,3	-0,9	-0,2	6,0	2,5	9,2	1,0	2,2	5,7	8,7	6,9	9,2	-0,9	-10,3	-0,9	3,62	1,09	3,59	2,77
16	2,0	5,4	0,2	0,2	2,5	4,5	3,4	0,5	1,6	4,3	6,9	7,2	5,4	-0,9	-5,2	0,2	3,06	2,73	2,46	2,75
17	-4,3	5,7	1,7	2,0	1,4	6,5	7,2	1,3	1,8	5,6	8,1	6,1	7,2	-1,8	-5,4	-4,3	3,59	2,23	2,89	2,90
18	-5,8	3,7	2,8	3,7	7,5	4,6	7,1	5,8	1,9	4,9	8,4	4,9	7,5	-2,8	-4,1	-5,8	3,57	1,46	3,62	2,88
19	-6,4	1,9	3,1	8,2	8,7	4,3	3,6	2,4	2,0	6,2	7,9	5,4	8,7	-3,0	-6,6	-6,4	2,04	1,33	3,40	2,26
20	-6,0	-2,1	4,1	7,0	4,6	6,0	2,0	5,0	3,8	4,0	10,9	8,8	7,0	-3,1	-1,9	-6,0	1,91	2,00	2,84	2,25
21	-1,7	-0,8	2,4	3,6	-1,7	1,7	5,0	5,1	2,9	6,8	9,4	8,4	6,8	-5,6	-4,0	-1,7	2,25	2,51	2,33	2,36
22	-4,0	-1,7	5,7	4,3	-2,2	2,1	2,1	2,0	1,2	1,7	9,3	8,8	5,7	-6,3	-2,1	-4,0	2,28	2,48	1,12	1,96
23	-3,0	4,0	4,4	3,4	0,6	3,7	1,9	1,8	2,4	-0,6	9,5	11,3	4,4	-6,1	1,7	-3,0	2,67	4,56	1,86	3,03
24	-3,8	2,8	1,4	1,8	-0,2	4,7	5,6	3,3	4,9	6,1	8,5	8,5	6,1	-6,0	-2,0	-3,8	1,78	3,64	2,66	2,69
25	-3,8	2,3	-1,6	0,0	2,1	4,5	7,8	2,9	7,0	10,2	6,7	6,9	10,2	-2,3	-2,4	-3,8	1,51	2,59	3,14	2,41
26	-3,3	4,0	-1,0	-0,1	1,7	-0,9	7,4	3,2	7,3	9,8	9,3	8,1	9,8	-1,5	-1,6	-3,3	2,58	2,67	2,81	2,69
27	-4,5	3,1	0,5	-1,8	2,3	1,1	7,2	1,8	8,8	11,0	8,6	7,2	11,0	-2,0	-3,5	-4,5	1,68	2,51	2,95	2,38
28	-3,2	2,2	-2,2	-2,2	4,7	3,8	5,7	3,9	8,3	11,4	7,2	9,1	11,4	-1,9	-1,5	-3,2	3,06	3,55	3,24	3,28
29	-3,6	5,6	-1,9	-2,2	2,1	0,9	9,5	7,4	8,6	11,0	8,7	9,1	11,0	-0,3	-2,0	-3,6	3,48	2,93	3,74	3,39
30	-3,1	4,1	-1,3	-4,2	6,1	5,5	5,3	4,6	4,0	6,9	8,8	9,7	6,9	-2,3	-0,5	-4,2	3,66	3,07	2,79	3,17
31	3,2	4,9	-0,6	-2,8	5,4	8,7	2,6	7,1	6,4	6,3	8,1	9,3	8,7	-0,8	-0,4	-2,8	3,67	4,21	4,12	4,00
Moy.	-1,3	3,1	0,8	1,1	2,3	1,0	5,6	1,7	3,9	5,2	7,8	7,1	8,0	-3,2	-5,6	-3,7	2,56	1,60	2,34	2,17
Max.	7,6	10,0	5,7	8,2	8,7	8,7	10,5	7,4	8,8	11,4	10,9	11,3	11,4	-0,3	1,7	0,2	3,67	4,56	4,12	4,00
Min.	-6,4	-2,1	-2,2	-4,2	-3,3	-5,1	-0,4	-3,9	0,5	-4,0	5,5	3,0	4,4	-6,4	-13,0	-6,4	1,00	-0,53	0,44	0,62

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — AVRIL.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	7°,0	3°,3	-1°,6	2°,0	5°,2	9°,4	-0°,7	7°,8	6°,1	6°,6	11°,3	9°,8	9°,4	0°,0	1°,7	-1°,6	4°,05	5°,13	4°,51	4°,56
2	5,4	5,2	2,6	5,5	7,3	0,3	2,0	6,0	5,8	7,3	10,3	9,4	7,3	0,8	0,1	0,3	4,18	5,33	4,74	4,75
3	5,2	7,2	1,1	9,0	6,0	4,8	4,1	4,2	5,8	9,3	13,5	13,3	9,3	0,0	-0,3	1,1	3,80	5,76	5,67	5,08
4	7,5	2,9	2,6	9,7	8,1	8,0	7,4	2,8	7,6	7,8	9,1	11,9	9,7	-0,4	0,9	2,6	2,96	6,15	6,42	5,18
5	8,3	3,4	1,1	4,0	8,6	0,0	6,6	5,7	4,8	7,4	8,5	11,5	8,6	-0,2	1,8	0,0	3,37	5,57	4,99	4,64
6	8,9	3,9	-1,1	6,8	11,1	2,3	8,1	6,6	5,4	10,2	6,6	8,4	11,1	-1,5	0,2	-1,1	2,46	4,94	6,22	4,54
7	9,3	4,7	6,9	3,8	8,1	-1,1	9,7	7,4	2,2	9,0	8,3	11,1	9,7	-2,1	1,3	-1,1	3,62	5,02	6,00	4,88
8	5,2	5,1	5,3	4,4	7,0	4,8	11,0	6,1	1,9	10,3	7,3	9,7	11,0	-0,9	1,9	1,9	3,35	5,15	6,11	4,87
9	3,3	5,8	4,4	5,5	8,1	2,9	12,2	7,2	2,9	9,2	7,1	10,0	12,2	-4,1	1,7	2,9	2,72	4,96	6,15	4,61
10	1,3	2,8	6,3	6,5	8,4	3,2	9,6	1,6	-1,1	9,8	9,4	6,8	9,8	-2,9	0,4	-1,1	2,56	4,05	4,82	3,81
11	5,3	4,3	4,1	8,7	7,8	0,4	6,0	2,8	1,0	7,2	7,4	8,3	8,7	-2,3	0,3	0,4	2,86	4,57	4,76	4,06
12	7,3	4,3	4,3	10,7	4,3	2,2	6,1	0,9	3,3	3,0	7,4	10,3	10,7	-1,0	0,0	0,9	2,88	4,57	4,64	4,03
13	2,7	3,5	6,7	9,6	3,9	0,6	4,2	1,7	5,6	-0,5	7,5	9,0	9,6	-0,9	-0,3	-0,5	3,03	4,59	3,80	3,81
14	0,3	2,9	10,6	9,3	0,9	-0,8	1,9	5,0	6,6	1,5	7,5	7,9	10,6	0,0	-0,8	-0,8	3,39	4,48	3,82	3,90
15	1,2	11,4	5,9	8,3	1,4	4,5	6,0	2,5	6,2	0,8	7,4	9,6	11,4	-0,8	0,6	0,8	3,49	5,51	4,82	4,01
16	4,6	8,0	7,0	0,8	2,7	10,9	1,1	5,3	2,8	1,1	7,3	8,2	10,9	0,7	-0,9	0,8	3,01	4,97	4,45	4,14
17	6,6	6,7	9,4	0,4	4,8	13,7	0,3	1,3	2,7	5,0	7,5	9,2	13,7	-2,3	-2,1	0,3	2,18	5,51	5,09	4,26
18	7,8	5,0	2,7	3,0	5,5	6,7	0,9	4,7	3,0	5,1	6,7	9,3	7,8	0,1	-0,7	0,9	3,07	5,44	4,64	4,38
19	4,3	6,1	2,4	3,8	8,6	3,9	2,3	0,8	2,1	7,6	8,9	10,3	8,6	0,5	0,0	0,8	3,14	5,26	4,19	4,86
20	8,3	10,9	4,4	-0,3	8,9	8,7	3,8	0,4	-0,9	9,3	7,7	10,6	10,9	0,7	-1,1	-0,9	3,88	5,40	5,35	4,88
21	3,6	13,1	2,8	3,1	8,7	7,3	6,1	1,1	1,1	8,3	9,2	9,8	13,1	1,0	-0,5	1,1	4,81	5,38	5,52	5,24
22	7,2	10,8	0,5	4,2	6,2	7,0	1,9	1,1	3,7	8,1	8,5	12,3	10,8	2,1	0,0	0,5	5,15	5,38	5,07	5,20
23	5,3	5,3	-0,2	4,8	3,5	5,8	1,9	1,9	2,2	9,8	8,7	10,1	9,8	3,0	3,7	-0,2	5,57	6,24	4,03	5,28
24	3,5	2,9	4,0	3,3	2,9	8,1	2,7	3,2	2,9	6,9	11,7	9,1	8,1	4,1	2,1	2,7	6,51	6,02	4,04	5,32
25	5,3	-0,5	4,7	8,1	1,8	7,2	8,9	5,0	4,8	12,4	10,1	10,1	12,4	3,6	0,1	-0,5	6,69	4,79	5,77	5,75
26	3,0	5,7	4,4	11,0	0,1	7,5	7,9	4,7	7,3	13,0	12,7	9,6	13,0	3,9	1,9	0,1	6,98	5,87	6,46	6,44
27	2,4	2,7	5,5	10,8	1,3	5,7	6,0	4,8	4,0	10,9	12,3	7,8	10,9	2,3	2,0	1,3	6,08	5,02	5,41	5,50
28	2,7	4,0	3,8	8,0	2,3	5,8	6,7	3,7	0,7	6,7	13,3	9,9	8,0	0,5	1,7	0,7	7,26	4,82	4,44	5,51
29	3,6	4,1	3,8	6,1	3,0	3,9	11,1	3,3	3,8	6,7	13,6	10,2	11,1	0,3	1,4	3,0	7,29	4,43	4,94	5,55
30	9,8	1,3	2,2	4,5	3,8	7,4	7,3	5,0	2,7	6,7	12,5	10,5	9,8	1,0	2,4	1,3	7,35	5,32	5,07	5,91
Moy.	5,2	5,2	3,9	5,8	5,3	5,0	5,4	3,8	3,6	7,2	9,3	9,8	10,3	0,2	0,6	0,6	4,32	5,19	5,06	4,86
Max.	9,8	13,1	10,6	11,0	11,1	13,7	12,2	7,8	7,6	13,0	13,6	13,3	13,7	4,1	3,7	3,0	7,35	6,24	6,46	6,44
Min.	0,3	-0,5	-1,6	-0,3	0,1	-1,1	-0,7	0,4	-1,1	-0,5	6,6	6,8	7,3	-4,1	-2,1	-1,6	2,18	4,05	3,80	3,81

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — MAI.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	7°,6	7°,5	5°,5	4°,5	4°,9	4°,0	5°,8	7°,4	6°,1	9°,8	10°,8	10°,7	9°,8	1°,9	1°,8	4°,5	6°,87	5°,39	6°,37	6°,21
2	6,4	9,6	4,5	3,3	3,8	4,3	6,6	8,1	6,1	15,0	14,4	9,7	15,0	4,8	1,8	3,3	8,88	5,09	6,77	6,91
3	10,1	10,5	3,8	2,3	4,9	6,0	6,9	6,6	4,0	8,5	12,8	9,7	10,5	7,1	0,8	2,3	9,53	6,07	6,36	7,32
4	10,6	9,8	5,3	2,8	2,7	4,9	7,7	5,4	2,8	10,7	12,4	10,5	10,7	4,0	1,1	2,7	7,52	6,26	6,27	6,68
5	6,8	8,1	3,6	1,9	2,2	4,0	6,2	6,4	2,7	13,7	13,7	10,6	13,7	4,6	2,5	1,9	9,08	6,63	5,56	7,09
6	6,9	5,5	1,7	2,4	2,1	7,3	3,8	3,5	5,2	13,6	13,7	11,9	13,6	5,2	2,5	1,7	9,43	6,44	5,18	7,02
7	5,2	8,8	7,8	4,4	1,6	1,8	5,4	2,8	4,9	14,4	13,1	10,5	14,4	4,1	3,6	1,6	8,49	6,64	5,71	6,95
8	1,0	9,9	6,5	7,4	2,2	2,2	10,9	10,9	2,3	10,5	13,1	11,0	10,9	3,7	3,7	1,0	9,34	7,20	6,38	7,64
9	3,2	7,3	3,2	7,1	4,7	2,7	9,1	11,2	4,7	12,4	15,1	11,0	12,4	5,8	5,5	2,7	10,36	7,47	6,56	8,13
10	3,7	8,0	6,2	9,9	10,1	7,5	8,1	8,9	6,3	9,8	13,9	11,4	10,1	2,2	4,6	3,7	8,88	7,50	7,85	8,08
11	1,9	6,5	7,6	11,0	11,3	6,1	8,3	14,4	9,2	8,0	12,0	12,5	14,4	1,3	3,8	1,9	6,91	7,77	8,43	7,70
12	7,2	8,3	5,9	11,2	11,4	6,6	5,8	12,3	11,7	9,2	15,2	10,4	12,3	1,9	4,8	5,8	8,21	7,62	8,96	8,26
13	9,1	8,5	1,8	10,9	12,0	4,0	5,0	11,9	11,7	7,7	16,2	10,5	12,0	5,4	5,5	1,8	9,39	8,76	8,26	8,80
14	6,9	8,8	7,4	7,9	7,0	6,2	3,6	8,9	7,1	8,2	13,1	11,5	8,9	4,9	3,5	5,6	8,39	8,60	7,40	8,13
15	8,3	7,0	7,1	8,3	8,1	9,4	8,6	11,4	5,7	11,5	13,7	11,2	11,5	2,1	3,7	5,7	7,87	7,52	8,54	7,98
16	11,3	8,8	7,1	7,7	10,4	10,5	8,2	10,6	6,7	10,8	15,8	13,3	11,3	2,1	4,1	6,7	8,53	7,71	9,21	8,48
17	9,0	6,0	5,6	7,7	11,1	9,2	10,9	13,2	9,1	11,2	15,2	17,3	13,2	2,5	5,2	5,6	8,35	9,52	9,30	9,06
18	9,5	7,5	4,9	7,8	11,1	12,3	11,4	14,3	7,2	11,4	14,7	13,4	14,3	3,7	3,5	4,9	8,91	8,40	9,74	9,02
19	9,3	7,7	5,6	8,3	12,2	8,3	10,1	13,4	4,9	10,8	13,0	13,4	13,4	3,7	3,0	4,9	7,86	8,51	9,06	8,48
20	7,9	4,5	7,6	7,8	11,5	7,7	10,9	12,0	4,4	13,5	13,5	11,2	13,5	5,2	5,2	4,4	9,04	8,02	8,78	8,61
21	7,1	6,0	6,3	7,9	16,0	8,4	9,9	10,0	11,2	13,0	11,7	11,7	16,0	3,9	5,5	6,0	8,79	8,80	9,58	9,06
22	8,0	11,4	8,6	12,6	15,7	14,8	9,6	8,5	12,0	6,9	14,5	12,4	15,7	4,2	5,5	6,9	8,85	8,50	10,81	9,39
23	8,0	13,0	8,5	9,1	14,9	11,6	8,9	11,0	11,0	9,2	13,8	12,9	14,9	5,5	7,3	8,0	8,55	9,91	10,52	9,66
24	10,1	9,1	10,5	9,8	14,2	10,4	7,5	12,2	12,8	14,4	14,2	15,8	14,4	5,2	7,4	7,5	9,87	10,10	11,10	10,36
25	9,6	9,1	13,2	9,9	10,8	9,2	11,8	10,5	7,1	13,5	17,2	11,4	13,5	4,6	6,9	7,1	9,74	9,49	10,47	9,90
26	14,7	9,2	16,6	10,0	13,3	8,4	10,2	12,0	9,6	9,2	16,8	13,9	16,6	5,9	5,5	8,4	9,52	9,56	11,32	10,13
27	15,4	7,5	12,3	12,6	12,8	7,2	10,9	8,9	10,7	9,3	16,8	14,4	15,4	4,1	6,3	7,2	8,59	10,02	10,76	9,79
28	14,2	8,7	13,8	13,4	10,5	11,1	14,9	8,3	11,8	12,9	19,2	14,1	14,9	5,1	5,2	8,3	10,07	10,11	11,96	10,71
29	10,3	9,8	7,6	13,5	11,2	8,4	14,8	6,9	14,0	13,8	15,8	16,9	14,8	7,3	5,9	6,9	10,65	10,06	11,03	10,58
30	8,1	9,1	4,8	10,6	12,8	11,5	13,3	8,3	13,2	13,6	13,4	11,0	13,6	4,9	5,9	4,8	9,77	8,90	10,53	9,73
31	11,6	8,8	9,6	7,7	10,6	15,7	12,9	7,3	10,9	14,9	13,7	11,1	15,7	5,3	6,5	7,3	9,63	9,57	11,00	10,07
Moy.	8,4	8,4	7,1	8,1	9,3	7,8	9,0	9,6	8,0	11,3	14,3	12,2	13,3	4,3	4,5	4,9	8,90	8,13	8,70	8,58
Max.	15,4	13,0	16,6	13,5	16,0	15,7	14,9	14,4	14,0	15,0	19,2	17,3	16,6	7,3	7,4	8,4	10,65	10,11	11,96	10,71
Min.	1,0	4,5	1,7	1,9	1,6	1,8	3,8	2,8	2,3	6,9	10,8	9,7	8,9	1,3	0,8	1,9	6,87	5,09	5,18	6,21

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — JUIN.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	14°,5	9°,0	10°,9	8°,7	7°,8	14°,5	13°,9	11°,4	10°,0	14°,2	13°,3	16°,2	14°,5	5°,8	5°,9	7°,8	9°,94	9°,76	11°,49	10°,40
2	11,7	12,6	8,8	11,9	8,7	13,7	16,0	10,1	10,7	12,7	10,3	14,9	16,0	7,3	5,9	8,7	11,43	9,95	11,69	11,02
3	12,1	10,1	11,0	13,3	10,3	18,9	13,5	11,3	10,3	13,3	14,9	14,9	18,9	6,2	8,1	10,1	10,67	10,84	12,41	11,31
4	7,5	9,3	11,5	15,4	12,7	20,1	13,7	10,8	10,1	12,8	16,3	13,0	20,1	6,1	7,3	7,5	11,01	10,66	12,39	11,35
5	10,2	7,1	12,1	14,1	13,7	14,5	15,5	9,5	12,2	11,0	13,5	16,5	15,5	4,6	6,2	7,1	10,19	10,53	11,99	10,90
6	8,9	9,4	14,3	9,5	15,7	15,1	16,6	8,1	11,8	13,9	14,7	16,5	16,6	8,7	7,2	8,1	10,74	12,03	12,33	11,70
7	11,3	9,4	17,2	9,5	18,1	14,4	15,4	10,6	12,0	18,3	16,5	15,0	18,3	7,2	6,9	9,4	11,07	12,47	13,62	12,39
8	12,2	8,9	13,9	11,3	14,5	13,7	13,8	9,6	11,1	15,0	16,5	16,9	15,0	4,0	6,8	8,9	10,90	12,71	12,40	12,00
9	11,3	9,0	12,1	12,1	10,9	17,7	15,7	9,2	11,1	11,4	15,3	14,1	17,7	8,5	6,5	9,0	12,32	11,13	12,05	11,83
10	13,3	10,3	13,0	13,4	12,0	16,4	15,7	11,0	12,4	9,0	16,7	13,3	16,4	9,0	7,1	9,0	13,56	10,66	12,65	12,29
11	14,3	9,2	12,0	11,1	10,6	17,0	15,2	8,7	10,7	12,8	16,4	15,6	17,0	10,6	7,6	8,7	13,53	11,04	12,16	12,24
12	12,7	11,9	13,6	12,4	8,5	15,7	15,7	11,6	12,0	11,4	15,3	15,5	15,7	9,2	7,6	8,5	12,21	11,37	12,55	12,04
13	12,4	10,5	15,7	15,7	6,6	17,4	14,1	12,5	13,1	12,6	15,9	17,1	17,4	9,3	8,9	6,6	13,04	12,95	13,06	13,02
14	11,4	12,4	13,2	16,6	6,6	18,4	13,4	12,2	15,0	10,6	17,4	17,2	18,4	5,6	6,1	6,6	13,05	11,96	12,98	12,66
15	12,2	12,1	11,3	10,7	5,7	21,0	8,4	9,6	15,9	9,5	17,5	15,2	21,0	9,8	8,0	5,7	13,72	11,56	11,64	12,31
16	13,2	14,6	10,4	10,1	9,9	20,5	11,5	10,4	15,3	10,4	16,6	15,5	20,5	6,1	6,8	9,9	12,78	11,66	12,63	12,36
17	13,7	14,2	9,7	12,0	10,9	20,5	8,3	11,8	17,0	11,2	15,9	17,4	20,5	8,2	7,7	8,3	13,29	11,91	12,93	12,71
18	14,4	13,3	6,6	12,1	11,4	17,0	10,0	10,7	12,7	10,5	19,9	15,0	17,0	9,1	7,3	6,6	13,86	11,39	11,87	12,37
19	14,3	9,8	9,7	10,4	13,0	12,6	13,6	9,4	13,3	11,6	17,2	15,3	14,3	11,4	9,7	9,4	13,48	11,74	11,77	12,33
20	10,9	13,8	8,8	12,8	16,5	16,5	12,1	13,2	16,6	11,2	14,6	16,4	16,6	10,0	10,2	8,8	12,74	12,43	13,24	12,80
21	10,3	9,3	8,9	11,1	16,6	14,4	11,9	13,8	18,7	10,9	18,0	15,0	18,7	11,7	9,9	8,9	14,54	12,36	12,59	13,16
22	10,3	12,6	11,7	11,2	16,0	12,6	10,4	11,2	18,8	11,4	20,1	17,9	18,8	11,2	9,7	10,3	14,12	13,57	12,62	13,44
23	13,3	12,4	10,5	13,1	14,5	12,5	15,5	11,2	17,5	10,9	16,1	16,6	17,5	10,7	9,5	10,5	12,81	12,00	13,14	12,65
24	13,5	12,1	8,7	10,0	13,7	16,1	11,9	15,9	15,0	7,4	15,6	17,1	16,1	8,7	10,3	7,4	12,48	12,30	12,43	12,40
25	14,4	14,7	11,0	14,0	13,6	10,4	9,9	16,4	14,5	12,6	15,2	13,0	16,4	8,3	9,7	9,9	11,76	11,59	13,15	12,17
26	12,5	17,5	12,2	16,5	15,2	10,8	14,4	13,5	15,2	9,2	17,8	14,5	17,5	9,3	9,1	9,2	13,36	12,21	13,70	13,09
27	13,1	11,1	14,5	15,0	15,9	14,5	18,9	10,4	14,1	11,2	14,4	16,2	18,9	8,7	9,6	10,4	11,94	12,75	13,87	12,85
28	17,2	13,2	13,2	18,5	17,9	10,5	19,0	13,9	12,6	8,5	15,0	14,4	19,0	7,3	8,5	8,5	11,98	12,10	14,45	12,84
29	17,1	10,9	12,5	13,2	19,4	12,1	15,2	11,5	14,1	10,7	16,6	15,1	19,4	6,7	6,6	10,7	12,19	11,57	13,67	12,48
30	14,7	11,5	15,8	10,5	14,7	10,5	12,7	10,9	12,9	12,3	15,3	14,6	15,8	6,4	8,7	10,3	11,20	11,79	12,63	11,87
Moy.	12,6	11,4	11,8	12,5	12,7	13,3	13,7	11,3	13,6	11,6	16,2	15,5	17,5	8,2	8,0	8,7	12,33	11,70	12,67	12,23
Max.	17,2	17,5	17,2	18,5	19,4	21,0	19,0	16,4	18,8	18,3	20,1	17,9	21,0	11,7	10,3	10,7	14,54	13,57	14,45	13,44
Min.	7,5	7,1	6,6	8,7	5,7	10,4	8,3	8,1	10,0	7,4	13,3	13,0	14,5	4,0	5,9	5,7	9,94	9,76	11,49	10,40

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — JUILLET.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	13°,1	11°,5	14°,3	10°,2	14°,1	13°,9	13°,3	10°,2	11°,5	11°,2	16°,4	14°,8	14°,3	7°,9	10°,4	10°,2	12°,09	12°,27	12°,33	12°,23
2	10,5	12,0	16,5	8,1	14,9	11,1	14,4	12,7	12,4	13,5	17,7	16,5	16,5	7,5	9,5	8,1	11,82	12,05	12,61	12,16
3	11,3	10,8	16,4	7,8	13,7	11,1	18,0	12,9	11,4	11,6	16,7	16,6	18,0	9,4	9,9	7,8	13,08	12,91	12,50	12,83
4	11,8	13,8	13,2	8,0	15,3	11,5	21,6	13,8	10,7	11,7	15,7	15,2	21,6	9,4	9,9	8,0	12,21	13,06	13,34	12,87
5	14,7	11,9	10,8	11,8	17,5	11,4	15,3	11,5	14,9	12,9	16,4	16,8	17,5	9,7	10,8	10,8	13,44	13,58	13,27	13,43
6	14,7	9,7	12,1	13,6	16,5	11,1	17,0	12,6	12,6	14,6	16,2	17,6	17,0	9,2	10,3	9,7	13,14	13,44	13,45	13,34
7	14,7	13,4	12,1	12,9	11,1	10,8	16,4	11,4	14,1	13,2	17,0	19,3	16,4	10,2	11,0	10,8	13,62	14,17	13,01	13,60
8	19,7	10,7	13,2	12,9	11,0	11,0	17,3	11,0	14,1	13,4	18,7	16,8	19,7	10,2	9,7	10,7	13,98	13,57	13,43	13,66
9	21,1	10,7	13,1	8,5	12,6	11,6	15,9	10,7	13,8	13,1	17,0	18,6	21,1	8,5	8,3	8,5	13,08	13,67	13,11	13,29
10	18,2	12,1	17,5	9,8	12,5	11,7	14,9	9,5	12,1	15,1	14,7	18,2	18,2	8,2	9,2	9,5	11,86	12,67	13,34	12,62
11	15,1	11,6	15,2	10,8	12,1	11,5	14,1	11,4	12,7	11,6	17,8	17,6	15,2	10,5	9,0	10,8	13,16	13,07	12,61	12,95
12	16,6	11,4	14,5	14,3	14,1	13,2	16,5	13,3	15,6	10,9	19,8	18,6	16,6	9,9	8,3	10,9	14,09	13,14	14,04	13,76
13	13,4	12,8	14,1	14,2	14,0	13,4	19,1	12,9	16,8	13,1	18,5	17,7	19,1	9,7	8,9	12,8	13,57	12,97	14,38	13,64
14	15,5	11,1	15,2	12,3	17,0	13,9	18,0	12,4	13,6	13,3	22,2	17,3	18,0	8,5	11,7	11,1	13,57	13,95	14,23	13,92
15	14,4	12,8	16,0	13,9	18,8	17,9	13,0	16,7	14,3	16,1	17,8	18,1	18,8	9,2	9,8	12,8	12,36	14,02	15,39	13,92
16	12,4	14,4	16,8	15,5	17,9	19,4	16,5	15,9	14,6	12,9	15,0	18,5	19,4	8,8	10,0	12,4	12,13	13,35	15,63	13,70
17	12,4	13,7	12,0	11,0	14,4	18,2	15,2	15,1	14,3	10,7	16,7	22,2	18,2	9,2	8,3	10,7	12,73	13,40	13,70	13,28
18	12,4	13,9	13,2	11,3	14,0	15,9	18,3	14,7	14,3	13,1	18,0	17,5	18,3	9,1	9,1	11,3	13,53	13,45	14,11	13,69
19	13,4	12,6	13,4	15,8	15,8	16,5	20,4	14,0	14,7	14,2	18,1	15,1	20,4	10,8	9,7	12,6	13,88	12,49	15,08	13,82
20	13,8	14,7	12,5	14,5	18,2	13,6	19,5	12,1	13,8	14,8	15,3	17,4	19,5	11,8	9,2	12,1	13,74	13,07	14,75	13,85
21	12,7	18,1	13,0	10,9	16,0	13,6	19,7	11,0	16,9	13,4	15,6	17,4	19,7	8,4	9,5	10,9	13,04	12,74	14,73	13,50
22	14,2	16,1	11,1	14,9	16,6	12,2	19,4	12,2	15,3	11,5	17,2	16,0	19,4	9,3	11,7	11,1	13,09	13,12	14,35	13,52
23	17,2	17,9	12,8	15,5	15,1	16,6	16,9	12,2	16,8	13,1	17,5	15,9	17,9	9,2	10,2	12,2	12,74	13,48	15,41	13,88
24	13,2	18,6	14,6	19,2	15,0	15,5	15,3	13,1	12,7	12,7	16,9	16,3	19,2	10,2	11,0	12,7	12,76	13,71	14,99	13,82
25	15,9	20,3	15,4	16,9	18,6	15,8	12,8	12,4	17,5	15,6	16,9	15,2	20,3	9,1	10,2	12,4	12,30	12,48	16,12	13,63
26	13,4	18,6	11,4	11,8	18,1	13,1	11,5	9,7	15,7	13,7	15,0	17,2	18,6	9,8	9,2	9,7	11,80	13,53	13,70	13,01
27	16,0	14,4	13,6	12,6	14,1	11,8	15,1	9,8	14,7	16,6	17,2	15,7	16,6	8,7	11,6	9,8	12,71	13,70	13,87	13,43
28	17,7	13,4	13,3	14,6	16,7	14,9	17,8	11,8	13,2	13,3	18,2	15,7	17,8	9,2	11,3	11,8	13,76	13,10	14,87	13,91
29	14,4	10,1	13,6	13,9	13,4	11,0	18,5	12,6	11,5	14,4	20,0	16,3	18,5	11,8	11,0	10,1	14,73	13,54	13,34	13,87
30	13,9	12,0	13,2	14,6	16,1	12,6	17,2	12,2	14,1	12,0	18,9	16,0	17,2	9,3	9,8	12,0	13,13	13,03	13,79	13,32
31	11,7	15,9	13,7	16,6	15,7	10,3	17,4	11,6	14,8	11,1	18,5	17,4	17,4	10,4	11,0	10,3	13,26	14,64	13,88	13,93
Moy.	14,5	13,6	13,8	12,9	15,2	13,5	16,7	12,4	14,0	13,2	17,3	17,1	18,3	9,5	10,0	10,8	13,05	13,27	13,98	13,43
Max.	21,1	20,3	17,5	19,2	18,8	19,4	21,6	16,7	17,5	16,6	22,2	22,2	21,6	11,8	11,7	12,8	14,73	14,64	16,12	13,93
Min.	10,5	9,7	10,8	7,8	11,0	10,3	11,5	9,5	10,7	10,7	14,7	14,8	14,3	7,5	8,3	7,8	11,80	12,05	12,33	12,16

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — AOÛT.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	14°,4	17°,7	16°,2	17°,6	15°,9	10°,7	14°,5	11°,0	13°,2	13°,7	19°,1	18°,6	17°,7	9°,6	10°,3	10°,7	12°,92	13°,24	14°,49	13°,55
2	15,4	13,2	16,3	17,6	15,7	9,0	13,6	13,1	14,8	15,3	19,4	19,3	17,6	10,3	10,8	9,0	12,74	13,79	14,40	13,64
3	12,8	15,3	17,5	16,3	17,0	11,4	15,0	13,0	14,3	15,3	18,0	16,4	17,5	9,8	10,1	11,4	13,63	12,92	14,79	13,78
4	13,3	11,9	13,7	16,5	20,0	15,5	16,4	14,3	14,5	13,3	16,4	17,7	20,0	10,3	9,3	11,9	14,14	12,79	14,94	13,96
5	11,7	12,5	13,6	14,7	19,0	14,5	14,5	13,1	14,6	13,8	16,8	19,7	19,0	12,2	7,8	11,7	13,90	12,96	14,20	13,69
6	11,4	12,1	13,0	14,2	15,5	12,6	12,7	13,6	14,6	14,1	17,0	20,1	15,5	10,1	10,1	11,4	13,83	14,05	13,38	13,75
7	11,4	13,7	14,7	11,5	15,4	12,0	13,8	11,4	13,0	14,0	16,9	20,2	15,4	7,8	10,5	11,4	12,98	13,37	13,09	13,15
8	12,7	13,3	14,6	15,2	13,0	9,8	17,7	10,1	17,8	13,0	17,2	18,2	17,8	8,6	11,6	9,8	12,87	13,78	13,72	13,46
9	12,7	11,9	14,7	17,0	12,4	11,1	18,5	13,0	16,9	11,6	17,2	16,6	18,5	8,7	10,2	11,1	12,36	14,07	13,98	13,47
10	12,2	15,7	12,1	18,0	11,7	17,7	13,5	10,3	17,7	12,8	18,6	16,0	18,0	8,3	10,3	10,3	12,42	13,04	14,17	13,21
11	12,1	14,2	12,5	20,0	13,9	16,8	15,6	10,5	14,8	13,4	17,8	15,4	20,0	11,2	10,1	10,5	14,04	12,93	14,38	13,78
12	11,5	11,4	12,1	16,5	15,5	17,2	15,9	12,2	17,7	13,4	18,9	16,7	17,7	7,5	10,2	11,4	13,10	13,26	14,34	13,57
13	12,6	13,2	14,8	17,7	14,9	18,6	17,5	12,7	19,4	13,7	15,9	17,3	19,4	7,5	10,6	12,6	12,04	13,26	15,51	13,60
14	12,7	14,8	10,6	19,1	18,5	17,6	16,1	12,8	14,5	14,0	17,0	16,2	19,1	7,5	10,6	10,6	12,87	13,47	15,07	13,80
15	13,4	15,7	13,3	14,6	15,9	16,8	13,7	13,9	17,8	14,6	16,7	17,2	17,8	10,3	9,6	13,3	13,23	13,48	14,97	13,89
16	14,1	12,4	14,7	13,7	15,8	12,9	12,7	14,9	18,0	15,8	17,0	17,7	18,0	7,5	9,6	12,4	12,84	13,86	14,50	13,73
17	13,8	10,8	13,5	16,9	16,2	15,0	13,9	13,2	15,9	14,1	18,2	19,2	16,9	9,2	9,5	10,8	13,80	14,33	14,33	14,15
18	13,1	10,2	11,7	16,6	14,4	18,2	14,5	11,0	12,6	15,8	18,2	18,0	18,2	9,9	8,8	10,2	13,98	14,30	13,81	14,03
19	14,4	10,5	14,5	16,3	13,9	19,2	14,0	12,4	15,7	14,4	18,8	16,1	19,2	11,4	9,6	10,5	14,23	13,21	14,53	13,99
20	17,7	13,3	14,8	14,4	17,3	15,0	15,8	13,8	12,0	13,6	19,2	17,2	17,7	10,8	7,4	12,0	14,55	13,19	14,77	14,17
21	15,3	13,2	17,4	15,6	16,6	12,9	16,1	11,4	11,7	13,8	17,6	17,8	17,4	8,7	10,0	11,4	14,77	13,09	14,40	14,09
22	16,7	16,5	13,5	13,4	15,0	11,7	14,8	12,2	11,4	15,9	18,2	16,9	16,7	8,7	9,0	11,4	13,32	12,67	14,11	13,37
23	16,7	11,5	12,5	12,8	17,5	12,9	12,6	11,9	14,8	12,7	17,9	17,1	17,5	8,4	8,7	11,5	13,27	13,11	13,59	13,32
24	15,3	14,1	17,0	10,1	17,6	15,4	13,6	11,5	14,1	12,4	14,7	15,6	17,6	10,5	9,2	10,1	12,90	12,76	14,11	13,26
25	15,0	13,5	17,2	11,8	19,2	14,5	16,5	14,1	12,0	9,6	17,6	16,4	19,2	7,5	8,7	9,6	11,41	11,57	14,34	12,44
26	14,5	10,1	15,5	15,8	17,3	10,7	19,3	14,1	13,2	10,2	16,4	16,3	19,3	8,1	10,1	10,1	12,56	12,44	14,07	13,02
27	13,7	10,6	9,9	13,8	17,1	10,4	18,7	13,4	14,5	13,2	16,3	14,5	18,7	5,9	9,2	9,9	12,83	12,38	13,53	12,91
28	11,4	13,9	13,8	15,8	13,8	10,3	17,1	10,9	13,4	13,5	16,3	16,7	17,1	9,7	8,5	10,3	12,75	12,46	13,39	12,87
29	10,4	14,1	17,1	16,0	14,9	9,6	13,1	13,7	15,9	12,0	16,2	16,0	17,1	8,2	8,6	9,6	12,51	12,25	13,68	12,81
30	10,7	12,7	13,1	12,2	12,2	13,0	13,0	13,1	14,5	11,2	16,9	16,8	14,5	9,1	8,8	10,7	12,02	13,03	12,57	12,54
31	11,0	15,0	13,6	12,6	15,1	9,6	9,8	13,6	13,0	12,6	15,6	16,4	15,1	9,0	7,3	9,6	11,66	11,90	12,59	12,05
Moy.	13,4	13,2	14,2	15,3	15,7	13,6	15,0	12,6	14,8	13,4	17,4	17,2	17,8	9,1	9,5	10,9	13,11	13,13	14,12	13,45
Max.	17,7	17,7	17,5	20,0	20,0	19,2	19,3	14,9	19,4	15,9	19,4	20,2	20,0	12,2	11,6	13,3	14,77	14,33	15,51	14,17
Min.	10,4	10,1	9,9	10,1	11,7	9,0	9,8	10,1	11,4	9,6	14,7	14,5	14,5	5,9	7,3	9,0	11,41	11,57	12,57	12,05

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — SEPTEMBRE.

JOUR du mois.	8me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	12°8	10°4	14°9	15°1	17°2	10°5	10°4	13°1	10°9	10°9	15°2	15°7	17°2	8°7	9°4	10°4	11°61	11°65	12°62	11°95
2	13,7	7,5	12,9	11,0	16,3	14,5	11,0	10,5	12,9	15,3	17,2	17,4	16,3	6,6	9,1	7,5	11,24	12,69	12,56	12,16
3	11,4	8,6	10,8	9,0	10,4	15,1	15,3	11,6	13,9	13,1	17,9	16,4	15,3	7,3	7,5	8,6	11,49	12,14	11,92	11,85
4	13,2	9,4	12,7	7,1	13,5	17,6	11,2	8,5	14,3	11,4	16,1	15,6	17,6	7,6	9,1	7,1	12,18	11,77	11,89	11,95
5	12,4	9,9	13,2	7,0	15,4	16,2	10,0	7,6	15,5	11,4	18,6	15,2	16,2	6,3	6,1	7,0	12,54	11,29	11,86	11,83
6	9,6	8,8	10,3	8,1	14,2	11,1	9,6	13,0	15,0	11,6	16,7	14,5	15,0	8,0	6,2	8,1	11,45	11,39	11,13	11,32
7	12,4	8,8	7,2	11,9	13,3	11,7	12,1	10,8	12,3	13,2	15,8	14,5	13,3	7,6	5,2	7,2	10,81	11,06	11,37	11,08
8	11,4	10,0	6,6	14,0	16,3	13,2	13,0	13,4	10,6	14,1	18,1	16,9	16,3	8,0	5,5	6,6	12,68	10,84	12,26	11,93
9	13,1	7,5	6,8	14,8	14,9	11,4	14,0	11,3	12,1	13,1	16,3	14,9	14,9	7,7	5,5	6,8	12,09	10,90	11,90	11,63
10	11,5	10,2	8,2	12,2	14,4	12,2	11,7	7,9	13,7	13,7	16,1	15,1	14,4	7,2	5,6	7,9	12,70	11,35	11,57	11,87
11	14,1	7,1	6,6	12,7	14,7	12,9	10,1	7,6	9,1	10,9	16,4	16,2	14,7	7,3	7,2	6,6	11,85	11,58	10,58	11,33
12	11,9	8,3	7,8	13,2	13,6	13,7	10,0	5,7	8,1	8,6	17,4	14,2	13,7	6,7	7,1	5,7	11,54	9,88	10,09	10,50
13	12,9	15,4	9,9	11,1	14,5	14,3	10,1	6,7	10,5	9,3	13,3	13,6	15,4	6,3	4,0	6,7	10,35	9,58	11,47	10,47
14	13,5	16,4	13,2	10,5	14,5	14,9	9,0	11,0	12,2	9,8	13,3	12,4	16,4	6,9	3,9	9,0	9,73	9,48	12,48	10,56
15	12,7	14,2	9,5	10,2	15,7	13,7	8,5	11,8	10,5	11,8	16,8	11,9	15,7	6,4	6,4	8,5	10,99	9,26	11,86	10,70
16	15,2	16,9	10,0	12,8	14,2	11,9	9,8	11,7	10,9	12,3	16,3	15,8	16,9	7,5	5,5	9,8	9,78	10,06	12,57	10,80
17	12,5	17,6	13,2	10,5	13,1	15,4	10,1	13,1	10,9	11,9	16,1	16,1	17,6	9,2	5,6	10,1	11,47	11,52	12,83	11,94
18	9,4	13,5	14,7	12,4	14,5	17,0	9,2	14,0	9,3	9,5	17,2	13,7	17,0	5,5	6,5	9,2	11,52	9,71	12,35	11,19
19	11,6	13,7	11,0	9,1	12,2	13,2	9,4	8,3	9,0	8,3	15,3	14,3	13,7	8,5	5,6	8,3	11,50	8,94	10,58	10,34
20	10,6	15,7	10,7	7,7	8,6	12,9	10,0	11,8	9,7	8,0	16,7	12,0	15,7	7,7	5,5	7,7	11,86	8,63	10,57	10,35
21	10,4	11,5	11,1	8,6	7,6	10,1	9,8	10,3	11,6	10,5	15,8	14,5	11,6	6,9	6,3	7,6	10,53	10,00	10,15	10,16
22	11,5	9,4	9,7	9,1	12,7	10,5	9,1	11,7	11,7	10,9	15,7	13,4	12,7	6,7	5,2	9,1	9,70	9,94	10,63	10,09
23	12,2	7,2	11,4	10,2	7,2	17,4	10,9	13,7	12,2	4,4	15,0	12,6	17,4	6,7	6,9	7,2	9,54	9,85	10,68	10,02
24	11,4	11,9	14,8	9,7	9,2	16,1	15,4	12,7	12,7	8,1	15,1	13,3	16,1	4,4	6,5	8,1	9,40	10,33	12,20	10,64
25	7,2	9,2	6,7	11,0	12,9	10,3	17,0	10,5	10,9	13,5	14,1	11,2	17,0	4,6	4,5	6,7	10,53	8,52	10,92	9,99
26	8,4	7,3	3,1	9,3	15,9	11,1	16,6	9,8	10,3	11,4	14,7	11,2	16,6	5,9	5,3	3,1	11,16	9,20	10,32	10,23
27	6,3	7,3	5,5	9,6	13,4	12,4	16,9	8,2	7,9	14,3	13,5	12,9	16,9	2,8	5,7	5,5	10,83	8,69	10,18	9,90
28	11,5	6,8	12,1	10,7	14,0	10,6	16,1	11,4	8,1	15,5	15,3	11,5	16,1	6,3	5,7	6,8	11,13	8,76	11,68	10,52
29	13,2	8,6	14,2	11,0	12,7	8,6	15,3	10,9	11,2	16,8	15,8	12,7	16,8	3,6	4,7	8,6	9,61	8,60	12,25	10,15
30	10,9	8,9	13,6	11,6	8,9	15,6	11,0	10,2	11,6	14,0	14,0	11,8	15,6	4,2	5,1	8,9	8,45	8,89	11,63	9,66
Moy. .	11,6	10,6	10,4	10,7	13,2	13,2	11,8	10,6	11,3	11,6	15,8	14,0	15,7	6,6	6,1	7,7	10,99	10,22	11,50	10,90
Max. .	15,2	17,6	14,9	15,1	17,2	17,6	17,0	14,0	15,5	16,8	18,6	17,4	17,6	9,2	9,4	10,4	12,70	12,69	12,83	12,16
Min. .	6,3	6,8	3,1	7,0	7,2	8,6	8,5	5,7	7,9	4,4	13,3	11,2	11,6	2,8	3,9	3,1	8,45	8,52	10,09	9,66

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — OCTOBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	9,6	7,3	12,4	8,7	10,5	10,1	13,1	10,6	13,1	11,7	14,6	12,6	13,1	5,9	4,2	7,3	8,90	9,27	10,71	9,63
2	6,5	6,6	10,0	8,1	13,3	10,1	15,2	9,4	14,9	9,2	13,8	12,7	15,2	3,4	7,2	6,5	10,01	10,12	10,33	10,15
3	4,4	12,2	11,6	9,1	12,2	10,7	12,0	10,4	14,4	12,6	12,4	14,0	14,4	5,1	6,1	4,4	9,00	9,30	10,96	9,75
4	3,6	7,2	14,2	12,7	13,5	8,5	13,7	7,8	10,8	14,9	13,5	13,6	14,9	3,6	6,1	3,6	8,36	9,82	10,69	9,62
5	7,3	13,0	13,0	13,6	14,3	10,7	15,1	6,9	9,6	14,2	14,0	14,1	15,1	3,2	7,1	6,9	8,94	9,73	11,77	10,15
6	8,8	14,4	12,7	14,4	8,6	7,1	14,6	11,6	12,0	8,5	13,0	12,4	14,6	5,4	5,0	7,1	9,28	8,50	11,27	9,65
7	9,2	9,6	12,6	13,1	8,9	8,7	14,8	9,2	13,2	13,7	15,2	13,8	14,8	5,5	6,1	8,7	9,20	9,24	11,30	9,91
8	10,8	5,6	10,4	14,4	10,9	10,5	12,9	11,4	14,6	11,0	15,9	11,3	14,6	4,9	3,9	5,6	9,06	8,79	11,25	9,70
9	9,9	8,2	10,8	12,7	11,0	5,7	9,2	6,7	16,0	7,0	14,7	12,4	16,0	4,9	3,2	5,7	9,33	7,78	9,72	8,94
10	5,7	13,0	9,3	11,0	10,5	4,1	9,1	5,5	15,2	6,8	14,4	12,1	15,2	2,5	3,3	4,1	8,85	7,99	9,02	8,61
11	9,7	12,1	6,6	12,3	9,7	8,1	11,4	6,2	15,6	11,4	13,9	13,9	15,6	1,9	3,2	6,2	7,85	8,27	10,31	8,81
12	9,5	8,3	10,9	10,9	10,9	5,6	12,1	3,3	10,9	12,0	12,6	11,3	12,1	5,2	4,1	3,3	7,77	7,81	9,44	8,34
13	7,5	4,8	10,9	13,6	6,8	6,3	11,0	3,1	9,7	12,9	11,5	10,7	13,6	1,7	3,0	3,1	7,04	6,58	8,66	7,43
14	8,4	5,5	10,2	11,7	5,5	10,4	8,7	5,5	10,9	12,4	12,9	12,7	12,4	1,0	4,1	5,5	7,39	6,97	8,92	7,76
15	10,0	2,8	10,0	11,8	9,5	11,0	9,6	5,6	8,1	15,6	13,4	11,2	15,6	6,1	1,9	2,8	9,66	6,17	9,40	8,41
16	8,3	7,2	8,2	11,0	7,7	8,0	14,0	10,0	7,9	12,2	10,2	11,2	14,0	5,2	0,2	7,2	7,70	4,83	9,45	7,33
17	6,2	8,0	7,8	10,9	8,3	11,5	11,1	7,7	10,9	7,6	12,6	11,3	11,5	4,7	1,0	6,2	8,41	6,06	9,00	7,82
18	7,8	7,5	7,6	6,6	9,8	11,0	11,1	7,1	3,3	8,5	11,4	12,6	11,1	0,7	2,3	3,3	6,80	7,15	8,03	7,33
19	4,7	7,8	7,8	7,1	11,5	11,9	11,6	10,5	5,4	6,3	11,2	10,8	11,9	-0,2	4,0	4,7	7,51	7,74	8,46	7,90
20	9,7	6,7	8,2	4,9	8,8	10,1	11,4	9,8	4,8	9,3	8,9	10,6	11,4	1,6	3,2	4,8	6,31	7,27	8,37	7,32
21	7,3	6,7	8,7	6,9	8,6	8,7	6,3	5,8	3,4	5,6	12,2	12,1	8,7	0,5	3,2	3,4	6,92	6,12	6,80	6,61
22	10,3	6,7	12,1	5,8	9,9	6,1	1,3	5,1	11,4	7,1	9,7	10,0	12,1	0,8	0,4	1,3	5,04	5,68	7,58	6,10
23	9,8	6,6	11,0	4,8	6,0	6,9	1,9	6,6	8,7	9,0	11,9	12,9	11,0	1,5	-0,1	1,9	7,28	7,11	7,13	7,17
24	7,9	4,7	10,0	9,7	4,8	9,0	2,7	10,2	6,6	7,5	10,5	10,3	10,2	2,5	1,5	2,7	7,06	6,85	7,31	7,07
25	10,4	7,2	5,5	2,9	7,7	9,0	3,4	10,4	6,6	3,5	11,0	11,7	10,4	1,9	0,6	2,9	6,69	6,87	6,66	6,74
26	11,3	5,5	9,1	0,0	9,9	5,1	7,3	10,7	2,7	5,9	11,1	12,1	11,3	2,4	0,1	0,0	5,82	6,07	6,75	6,21
27	12,2	5,1	8,6	-1,4	10,5	5,3	3,0	9,1	1,5	5,9	10,7	8,9	12,2	2,2	0,9	-1,4	6,20	5,18	5,98	5,79
28	12,7	2,8	8,0	-1,4	8,2	7,0	3,0	10,2	0,1	8,5	10,8	9,3	12,7	1,4	1,9	-1,4	5,59	5,65	5,91	5,72
29	10,7	3,0	8,5	0,3	9,0	5,5	6,3	9,1	4,0	8,5	10,1	9,3	10,7	-0,2	1,0	0,3	5,27	5,26	6,49	5,67
30	9,4	7,1	8,6	1,1	8,7	2,1	4,7	6,0	1,1	8,1	8,4	9,4	9,4	-0,1	1,5	1,1	4,87	5,26	5,69	5,27
31	5,4	7,6	7,3	3,5	5,7	-0,9	5,9	4,2	0,0	8,1	7,9	14,6	8,1	0,3	1,8	-0,9	4,52	7,14	4,68	5,45
Moy.	8,5	7,4	9,8	8,1	9,4	7,9	9,3	7,0	8,6	9,5	12,1	11,8	12,7	2,6	3,0	3,8	7,50	7,31	8,65	7,82
Max.	12,7	14,4	14,2	14,4	14,3	11,9	15,2	11,6	16,0	15,6	15,9	14,6	16,0	6,1	7,2	8,7	10,01	10,12	11,77	10,15
Min.	3,6	2,8	5,5	-1,4	4,8	-0,9	1,3	3,1	0,0	3,5	7,9	8,9	8,1	-0,2	-0,1	-1,4	4,52	4,83	4,68	5,27

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — NOVEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	5°,2	9°,3	6°,1	1°,7	4°,1	-1°,9	6°,1	3°,0	4°,5	5°,3	10°,6	10°,0	9°,3	0°,2	2°,2	- 1°,9	5°,30	6°,02	4°,34	5°,22
2	8,4	8,7	2,2	-0,6	5,3	1,8	7,9	-1,0	2,7	8,5	10,3	13,4	8,7	1,5	2,3	- 1,0	5,57	6,38	4,39	5,45
3	8,3	8,8	2,8	0,8	8,6	- 2,2	6,6	-2,5	1,6	9,3	8,2	12,2	9,3	0,5	0,0	- 2,5	4,78	5,58	4,21	4,86
4	3,8	3,3	3,4	-0,2	11,2	0,0	5,9	-1,7	2,1	9,0	10,9	10,1	11,2	-1,5	-0,9	- 1,7	4,93	5,27	3,68	4,63
5	3,2	6,5	0,3	1,5	9,9	- 0,8	9,6	-2,4	5,2	8,9	12,8	9,9	9,9	-0,7	-1,2	- 2,4	5,27	4,28	4,19	4,58
6	4,7	7,1	0,9	-4,3	10,0	2,5	10,5	-0,7	6,3	9,0	14,5	10,5	10,5	-5,1	0,5	- 4,3	4,51	5,68	4,60	4,93
7	4,5	7,1	1,3	0,1	12,4	- 0,3	12,0	1,7	5,7	7,1	13,3	10,5	12,4	-3,1	0,5	- 0,3	4,39	6,54	5,16	5,36
8	8,2	5,6	0,7	4,7	12,6	- 1,7	9,1	2,2	6,0	6,0	11,7	12,6	12,6	-1,5	-0,6	- 1,7	4,38	6,05	5,34	5,26
9	5,2	5,1	5,1	3,8	8,2	- 1,2	4,0	0,8	5,2	4,0	11,5	12,9	8,2	-3,6	-0,3	- 1,2	3,46	6,21	4,02	4,56
10	3,8	1,1	7,1	5,4	7,8	- 3,6	3,5	0,4	3,2	7,3	7,8	10,1	7,8	-2,9	-1,4	- 3,6	3,51	4,70	3,60	3,94
11	1,2	4,3	5,5	1,1	0,1	- 1,4	-0,5	-2,5	5,7	5,4	10,1	8,4	5,7	-4,4	-1,5	- 2,5	4,42	3,49	1,89	3,27
12	5,1	3,9	6,3	1,9	0,6	- 1,3	-2,8	-1,8	4,5	4,9	7,2	10,0	6,3	-0,2	-2,5	- 2,8	4,51	3,79	2,13	3,48
13	0,2	1,2	4,1	0,3	4,6	- 2,5	-2,5	-1,3	7,3	7,0	6,3	8,3	7,3	-3,2	-1,9	- 2,5	2,05	3,37	1,84	2,42
14	0,3	0,0	2,2	2,7	7,9	0,5	-1,7	5,3	6,6	7,6	8,4	8,3	7,9	-4,0	-1,8	- 1,7	3,23	3,69	3,14	3,35
15	0,2	0,1	2,8	0,6	-0,4	- 0,2	0,5	8,6	4,9	8,0	7,2	9,2	8,6	-4,0	-1,4	- 0,4	1,66	3,85	2,51	2,67
16	5,2	7,1	2,6	1,7	0,2	- 2,6	1,6	4,7	2,7	4,7	7,3	10,0	7,1	-2,5	0,6	- 2,6	2,73	4,01	2,79	3,18
17	5,4	3,8	3,4	0,2	1,7	- 1,2	0,6	4,7	-0,8	4,8	9,2	10,1	5,4	-1,5	-1,4	- 1,2	3,56	3,50	2,26	3,11
18	2,3	1,7	5,0	2,0	0,0	- 2,6	-0,8	3,7	-0,6	2,5	9,5	9,6	5,0	-2,0	-0,7	- 2,6	4,25	4,01	1,32	3,19
19	-0,3	-0,1	3,4	1,8	-0,6	- 4,1	-2,1	1,1	-4,0	0,9	8,6	7,9	3,4	-2,7	-3,	- 4,1	2,41	3,81	-0,40	1,94
20	-0,3	-0,7	-0,2	3,3	-1,7	- 2,3	-3,3	0,0	-1,8	-3,6	8,3	9,3	3,3	-2,9	-0,8	- 3,6	2,86	4,35	-1,06	2,05
21	-0,7	-1,7	-1,6	2,3	3,6	- 1,4	-3,3	-0,6	-1,5	-2,3	6,5	8,4	3,6	-2,5	-2,5	- 3,3	3,13	4,36	-0,72	2,26
22	0,9	-1,6	3,9	1,8	2,7	- 5,1	0,6	2,7	5,2	-3,3	8,9	9,9	5,2	0,1	-1,5	- 5,1	4,12	3,95	0,78	2,95
23	-2,4	0,3	3,1	4,2	1,2	-10,4	3,0	5,0	4,2	0,4	8,5	7,8	5,0	-0,3	-0,5	-10,4	3,64	4,28	0,86	2,93
24	1,5	-0,7	3,2	9,9	6,8	- 7,7	-0,4	4,0	1,4	-5,4	8,2	8,9	9,9	-0,4	-1,3	- 7,7	3,00	3,51	1,26	2,59
25	-1,6	-0,1	0,2	1,4	3,8	- 4,7	-1,5	1,0	-0,7	-5,8	7,8	11,0	3,8	-5,4	-0,1	- 5,8	2,72	3,54	-0,80	1,82
26	-1,3	0,7	-3,7	0,8	2,7	3,7	-1,5	-0,3	0,8	-2,0	8,8	7,0	3,7	-4,1	-2,0	- 3,7	1,87	4,02	-0,01	1,96
27	-0,5	0,4	-2,6	-1,2	3,1	6,3	3,0	0,9	8,0	0,1	9,9	9,2	8,0	-6,1	-6,0	- 2,6	1,49	4,74	1,75	2,66
28	-0,4	-1,9	2,3	0,9	-0,6	8,6	3,4	-0,3	4,0	3,3	10,5	7,3	8,6	-2,9	-2,6	- 1,9	3,28	4,11	1,93	3,11
29	-1,0	1,4	0,8	0,1	1,2	7,8	1,4	0,9	3,5	0,0	11,7	7,6	7,8	-3,4	-3,0	- 1,0	4,64	3,13	1,61	3,13
30	-1,3	2,7	3,7	-1,7	0,2	5,8	0,8	3,8	8,5	3,2	10,8	7,3	8,5	0,8	-5,6	- 1,7	6,03	1,43	2,57	3,34
Moy.	2,3	2,8	2,5	1,6	4,2	- 0,7	2,3	1,3	3,3	3,5	9,5	9,6	7,5	-2,3	-1,3	- 2,9	3,72	4,39	2,31	3,47
Max.	8,4	9,3	7,1	9,9	12,6	8,6	12,0	8,6	8,5	9,3	14,5	13,4	12,6	1,5	2,3	- 0,3	6,03	6,54	5,34	5,45
Min.	-2,4	-1,9	-3,7	-4,3	-1,7	-10,4	-3,3	-2,5	-4,0	-5,8	6,3	7,0	3,3	-6,1	-6,0	-10,4	1,49	1,43	-1,06	1,82

TEMPÉRATURES MINIMA PAR JOUR. — DÉCEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MINIMUM DIURNE le moins bas.			MINIMUM DIURNE le plus bas.			MINIMUM MOYEN.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	-2°,5	3°,7	3°,4	-1°,9	-1°,2	4°,3	1°,1	4°,4	7°,3	3°,8	9°,8	5°,7	7°,3	2°,8	-2°,9	-2°,5	5°,61	1°,32	2°,24	3°,06
2	-2,6	1,6	2,7	-3,5	5,1	4,0	-0,6	1,5	2,7	1,7	9,6	5,8	5,1	1,1	-3,8	-3,5	6,09	1,53	1,26	2,96
3	-1,4	1,8	-3,8	-3,1	6,0	3,2	-3,0	1,6	-1,0	2,0	10,1	7,0	6,0	-0,1	-4,2	-3,8	5,04	1,59	0,23	2,29
4	-0,1	7,6	-5,6	-3,2	8,9	2,5	-7,1	5,0	-1,5	1,0	10,5	6,7	8,9	-0,6	-5,9	-7,1	5,70	1,75	0,75	2,73
5	-0,1	3,8	-1,2	-3,2	6,3	2,7	-3,4	3,8	-1,6	6,1	9,3	8,8	6,3	-1,6	-6,7	-3,4	3,77	2,56	1,32	2,55
6	2,9	4,2	-0,3	2,7	4,9	4,4	3,9	5,5	-0,4	7,2	9,5	8,7	7,2	-2,8	-8,2	-0,4	2,95	3,46	3,50	3,30
7	1,6	3,8	0,6	10,6	4,9	-0,6	3,7	8,5	2,6	9,0	7,3	9,0	10,6	-3,4	-8,6	-0,6	1,82	2,48	4,47	2,92
8	1,2	0,8	-2,6	10,2	5,8	0,9	1,4	7,5	6,0	8,0	6,7	9,4	10,2	-5,1	-9,8	-2,6	1,64	1,79	3,92	2,45
9	-0,6	2,8	-5,3	10,8	2,8	1,7	0,0	6,0	7,3	5,3	6,0	7,4	10,8	-2,8	-10,4	-5,3	1,56	1,82	3,08	2,15
10	-3,7	1,7	-5,1	11,5	2,1	-0,4	-3,0	4,9	7,4	5,4	6,7	8,2	11,5	-4,9	-10,4	-5,1	0,38	2,20	2,08	1,55
11	-5,4	0,3	-4,2	7,7	1,9	0,2	-4,8	4,3	7,1	2,9	4,6	7,7	7,7	-8,1	-10,4	-5,4	1,01	0,83	1,00	0,95
12	-2,3	-1,3	-4,8	7,3	3,5	1,3	-5,5	2,8	7,3	4,8	4,8	6,7	7,3	-7,5	-12,6	-5,5	1,04	-0,56	1,31	0,60
13	-2,2	0,8	-4,8	7,3	2,7	0,2	-0,7	2,5	7,8	1,6	6,1	9,2	7,8	-2,9	-6,9	-4,8	1,82	0,61	1,52	1,32
14	-1,7	4,3	-2,9	6,0	-3,2	0,6	-0,9	0,7	7,2	2,8	6,1	9,2	7,2	-10,3	-8,8	-3,2	0,18	0,61	1,29	0,69
15	-5,1	9,2	-0,2	3,9	-1,9	1,7	-4,3	0,0	5,9	0,4	4,2	8,9	9,2	-11,8	-3,9	-5,1	-0,14	2,68	0,96	1,17
16	-6,1	8,5	3,3	-1,2	-0,2	-0,9	-4,5	0,2	5,6	-1,7	7,0	9,6	8,5	-11,2	-3,3	-6,1	0,71	3,94	0,30	1,65
17	-7,3	1,2	0,0	-3,7	4,5	-2,4	-9,9	2,1	4,7	0,8	5,3	8,2	4,7	-12,9	-4,7	-9,9	1,17	3,47	-1,00	1,21
18	-11,0	1,3	-0,1	-1,0	4,1	0,8	-11,7	-1,4	5,6	2,9	4,8	6,3	5,6	-9,7	-12,6	-11,7	0,39	2,39	-1,05	0,58
19	-11,3	1,0	-8,3	2,1	3,0	4,7	-12,4	-2,3	2,9	5,0	7,5	6,7	5,0	-6,8	-6,6	-12,4	1,26	1,90	-1,56	0,53
20	-5,6	-0,6	-9,4	2,3	2,1	4,0	-11,3	-3,1	-0,6	1,1	8,2	5,4	4,0	-7,8	-3,5	-11,3	1,19	1,30	-2,11	0,13
21	-4,9	1,7	-12,6	4,0	3,8	3,0	-7,5	-2,6	-3,4	3,3	10,1	5,9	4,0	-8,8	-6,5	-12,6	2,16	0,03	-1,52	0,22
22	-1,7	3,3	-13,2	5,4	7,5	5,1	-0,5	-4,9	-3,0	0,9	8,6	5,6	7,5	-10,2	-7,1	-13,2	0,64	-1,17	-0,11	-0,21
23	-6,8	5,8	-8,5	4,4	8,7	4,7	1,7	-5,7	-0,5	0,6	10,2	3,1	8,7	-8,0	-6,9	-8,5	1,53	-1,40	0,44	0,19
24	-2,0	3,7	1,4	1,2	8,4	6,6	1,3	-3,1	-2,9	3,3	11,6	4,1	8,4	-8,1	-6,3	-3,1	2,05	-1,60	1,79	0,75
25	-9,5	4,4	3,8	1,7	3,8	4,7	5,7	-7,5	-3,7	5,1	9,4	7,2	5,7	-9,1	-4,1	-9,5	1,53	-0,78	0,85	0,53
26	-15,8	4,3	4,2	0,7	3,8	5,5	5,1	-6,0	-3,9	5,1	8,1	8,3	5,5	-8,9	-4,4	-15,8	-0,50	0,02	0,30	-0,06
27	-11,7	3,1	6,1	0,6	2,7	4,7	2,9	-6,0	-4,0	5,9	5,5	7,5	6,1	-6,9	-4,4	-11,7	0,02	1,07	0,43	0,51
28	-7,7	0,0	6,9	-2,7	4,0	3,3	4,9	-5,0	-1,3	6,8	6,2	9,1	6,9	-10,7	-5,9	-7,7	-0,38	1,09	0,92	0,54
29	-10,1	1,8	6,7	-4,3	0,1	2,8	4,9	-10,9	-3,0	6,0	3,4	4,3	6,7	-8,0	-7,8	-10,9	-1,01	-0,40	-0,60	-0,67
30	-10,5	1,9	7,1	-0,3	-1,8	2,3	7,3	-5,9	-5,0	6,3	7,5	5,5	7,3	-8,0	-9,4	-10,5	0,75	-0,60	0,14	0,10
31	-3,9	3,8	1,6	3,9	-1,0	2,6	7,3	-1,1	-1,8	5,0	9,1	7,9	7,3	-9,8	-10,8	-3,9	1,49	0,00	1,64	1,04
Moy.	-4,8	2,9	-1,5	2,5	3,3	2,5	-1,3	-0,1	1,6	3,8	7,5	7,2	7,3	-6,5	-7,0	-7,0	1,66	1,09	0,90	1,22
Max.	2,9	9,2	7,1	11,5	8,9	6,6	7,3	8,5	7,8	9,0	11,6	9,6	11,5	2,8	-2,9	-0,4	6,09	3,94	4,47	3,30
Min.	-15,8	-1,3	-13,2	-4,3	-3,2	-2,4	-12,4	-10,9	-5,0	-1,7	3,4	3,1	4,0	-12,9	-12,6	-15,8	-1,01	-1,60	-2,11	-0,67

TABLEAU N° 3.

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — JANVIER.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	6°,0	-3°,0	6°,5	2°,7	6°,7	1°,6	2°,3	11°,5	3°,4	-1°,4	11°,2	10°,0	11°,5	- 2°,6	- 5°,6	- 3°,0	3°,40	1°,59	3°,63	2°,87
2	6,5	-2,5	6,4	2,3	7,8	-1,0	1,3	10,9	- 0,8	1,1	9,5	9,3	10,9	- 8,5	- 6,4	- 2,5	2,21	0,37	3,20	1,93
3	7,4	-5,5	5,3	7,0	6,0	-1,2	2,7	9,4	- 5,7	-0,5	8,3	7,5	9,4	- 4,1	- 6,0	- 5,7	2,48	-0,04	2,69	1,71
4	7,1	-2,1	6,8	7,6	6,2	-3,1	4,0	9,5	- 0,7	2,1	6,9	7,4	9,5	- 4,2	- 5,1	- 5,1	2.33	1,26	3,74	2,44
5	8,0	0,9	6,7	6,3	3,3	-7,3	5,0	6,2	- 2,4	3,2	6,5	6,5	8,0	- 5,6	- 0,2	- 7,3	1,04	2,77	2,99	2,27
6	7,3	2,1	7,3	8,1	-1,2	-6,2	1,0	6,0	- 5,6	2,2	6,5	7,8	8,1	- 5,6	- 1,7	- 6,2	0,86	2,66	2,10	1,87
7	8,2	2,8	7,4	7,2	-3,8	-6,6	0,5	4,1	- 5,8	2,0	6,6	6,1	8,2	- 5,8	- 3,5	- 6,6	0,68	1,91	1,60	1,40
8	7,2	5.4	7,7	7,0	-6,1	-1,8	1,1	2,8	-10,8	2,5	6,3	5,9	7,7	- 7,3	- 2,9	-10,8	-0,63	1,80	1,50	0,89
9	6,5	4,7	6,1	4,5	-4,7	3,4	-1,7	2,6	-12,3	3,3	7,2	6,7	6,5	- 9,1	- 3,4	-12,3	-1,20	1,08	1,24	0,37
10	6,9	5,5	3,3	5,3	-2,2	3,4	-1,6	1,8	-12,3	7,0	7,3	4,0	7,0	- 9,8	- 6,8	-12,3	-2,04	0,55	1,51	0,01
11	9,1	3,1	0,4	0,3	2,5	3,0	3,0	1,9	- 7,0	9,0	7,4	5,5	9,1	- 9,9	- 5,9	- 7,0	-0,44	1,15	2,53	1,08
12	9,0	0,9	-0,8	-1,1	2,9	1,4	5,0	2,6	- 6,1	7,1	8,2	9,0	9,0	- 7,5	- 5,9	- 6,1	1,30	0,92	2,09	1,44
13	9,1	0,5	2,5	-1,8	1,9	1,7	5,0	3,4	- 5,9	5,0	9,1	11,2	9,1	- 9,1	- 5,7	- 5,9	1,64	1,89	2,14	1,89
14	7,4	1,5	3,2	-3,9	1,8	1,8	1,8	3,6	- 6,3	5,5	9,0	11,4	7,4	-12,9	- 8,9	- 6,5	2,51	1,68	1,64	1,94
15	6,3	1,9	2,3	-2,7	3,5	2,5	1,6	3,5	- 8,0	4,3	10,2	9,9	6,3	-10,4	- 7,2	- 8,0	3,06	0,78	1,52	1,79
16	6,6	5,5	1.4	1,5	2,8	4,6	0,1	6,5	-11,5	-2,1	8,0	12,1	6,6	-12,9	- 6,8	-11,3	1,13	1,01	1,54	1,23
17	6,7	6,2	-5,6	3,1	2,9	3,5	0,7	3,8	- 6,9	-4,7	10,1	8,7	6,7	-13,5	- 8,0	- 6,9	2,01	1,58	0,97	1,52
18	6,2	3,5	-6,3	6,0	4,0	2,1	4,8	1,5	- 0,6	-6,6	10,1	8,3	6,2	-12,8	- 7,3	- 6,6	1,98	2,52	1,66	2,05
19	5,6	2,5	-8,5	7,1	6,6	4,4	7,8	4,0	- 1,2	-7,5	9,5	7,5	7,8	-15,9	- 5,1	- 8,5	1,57	2,98	2,08	2,21
20	5,4	3,6	-8,5	8,0	4,8	6,3	6,6	5,0	- 1,4	-5,2	7,7	8,5	8,0	-13,9	- 3,7	- 8,5	0,95	2,00	2,46	1,80
21	6,0	5,2	-9,5	8,8	4,0	4,7	5,7	6,0	0,6	-3,3	9,3	8,1	8,8	-10,1	- 9,7	- 9,3	1,06	1,33	2,84	1,74
22	5,3	3,1	-4.9	9,3	2,5	1,7	5,2	4,4	2,1	2,2	9,8	11,5	9,3	- 6,5	- 8,3	- 4,9	2,61	2,24	3,07	2,64
23	2,4	4,1	-2,2	6,8	2,3	2,2	5,5	4,0	2,2	3,8	10,0	10,6	6,8	- 3,1	- 6,4	- 2,2	3,59	1,64	3,11	2,78
24	3,6	5,5	-2,4	9,8	3,1	4,5	3,7	5,5	1,6	6,3	11,6	9,6	9,8	- 5,9	- 2,4	- 2,4	3,87	2,61	3,92	3,47
25	2,7	4,0	-2,6	9,4	3,3	5,0	6,7	5,3	4,8	7,4	11,5	10,1	9,4	-12,4	- 2,8	- 2,6	2.55	3,77	4,60	3,64
26	1,8	5,7	-2,9	6,0	1,9	0,8	8,3	3,2	8,1	5,7	9,4	10,0	8,3	-11,1	- 5,9	- 2,9	2,23	4,35	5,86	3,48
27	1,5	4,6	-0,5	6,2	1,6	0,2	6,2	5,7	7,1	2,4	11,4	9,5	7,1	- 6,7	- 6,9	- 0,5	3,57	3,63	5,50	3,57
28	1,3	4,7	-4,2	3,7	-1,3	0,3	7,5	4,9	6,3	2,5	10,7	10,0	7,5	- 3,9	- 9,7	- 4,2	3,47	3,42	2,55	3,15
29	4,3	5,0	-4,6	3,4	-1,8	1,7	6,8	3,8	4,4	4,7	7,9	8,3	6,8	- 0,4	- 2,5	- 4,6	3,27	4,11	2,77	3,38
30	5,3	8,0	-6,7	1,0	-2,1	3,7	9,0	5,0	4,3	8,5	5,1	8,8	9,0	0,5	0,8	- 6,7	2,95	4,67	5,60	3,74
31	4,0	9,5	-6,3	1,7	-2,1	4,3	6,0	4,1	4,0	9,1	5,3	10,1	9,5	- 2,6	- 2,6	- 6,3	2,03	3,69	5,45	3,05
MOY.	5,8	3,1	-0,1	4,5	1,8	1,3	3,9	4,9	- 2,0	2,4	8,6	8,7	8,2	- 7,9	- 5,2	- 6,2	1,81	2,13	2,58	2,17
MAX.	9,1	9,5	7,7	9,8	7,8	6,3	9,0	11,5	8,1	9,1	11,6	12,1	11,5	0,5	0,8	- 0,5	3,87	4,67	4,60	3,74
MIN.	1,3	-3,5	-9,3	-3,9	-6,1	-7,3	-1,7	1,5	-12,3	-7,5	5,1	5,3	6,2	-15,9	- 9,7	-12,3	-2,04	-0,04	0,97	0,01

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — FÉVRIER.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	5°,1	8°,8	-5°,0	2°,0	-2°,0	5°,7	4°,1	2°,1	1°,5	10°,5	6°,3	8°,8	10°,5	-4°,3	0°,0	- 5°,0	1°,89	3°,71	3°,08	2°,89
2	4,3	6,0	-11,5	1,7	-2,7	-0,7	4,9	1,5	4,7	9,3	7,0	9,2	9,3	-5,3	- 2,9	-11,5	2,06	3,45	1,75	2,42
3	2,6	3,5	- 3,4	1,0	-4,4	1,3	5,2	-0,3	3,5	8,7	6,8	9,2	8,7	-6,9	- 1,0	- 4,4	2,09	3,92	1,77	2,59
4	2,3	1,8	4,1	0,0	-5,1	5,7	3,3	0,1	2,1	8,6	8,6	6,6	8,6	-7,3	- 0,1	- 5,1	2,08	3,44	2,29	2,60
5	0,5	4,1	4,2	2,7	-4,0	7,2	3,3	4,0	1,1	9,4	8,3	8,4	9,4	-7,9	0,3	- 4,0	1,62	4,20	3,25	3,02
6	1,4	8,1	3,0	5,2	-2,3	4,3	3,3	4,0	5,7	9,6	9,2	9,7	9,6	-7,3	0,0	- 2,3	1,98	4,71	4,23	3,64
7	1,9	9,7	2,1	8,7	2,4	3,6	5,8	2,6	8,1	2,7	8,3	7,0	9,7	-7,5	- 0,5	1,9	3,22	3,55	4,76	3,84
8	2,0	7,1	0,4	10,6	1,5	0,4	4,9	4,5	6,3	-3,1	8,7	6,9	10,6	-3,5	- 4,6	- 3,1	5,10	2,91	3,46	3,82
9	2,2	3,8	- 2,7	9,6	2,7	-1,5	5,0	4,1	7,5	-4,1	10,3	7,6	9,6	-2,0	- 7,6	- 4,1	5,46	2,62	2,66	3,58
10	2,7	2,1	- 8,2	10,5	6,0	-2,0	6,2	1,1	7,9	-3,6	9,0	7,2	10,5	-7,5	- 7,1	- 8,2	4,47	1,94	2,27	2,89
11	1,4	0,8	- 7,9	10,0	7,0	-1,5	7,0	-0,5	1,9	0,1	9,5	6,4	10,0	-1,1	- 9,3	- 7,9	4,82	1,44	1,83	2,70
12	1,3	1,5	- 4,9	9,9	5,0	4,1	7,3	-1,0	0,1	2,9	8,7	5,7	9,9	-0,8	- 7,4	- 4,9	5,61	1,14	2,02	3,12
13	0,6	-0,3	- 6,3	11,4	4,0	5,7	6,7	-2,8	0,7	2,5	9,4	6,0	11,4	-4,9	- 7,2	- 6,3	5,45	1,11	2,22	2,93
14	-2,5	-3,7	- 7,1	10,0	4,0	5,2	7,0	-5,1	3,7	0,7	9,5	7,2	10,0	-5,1	- 2,0	- 7,1	5,43	1,89	1,22	2,85
15	-1,7	0,3	- 5,5	8,3	2,0	3,4	6,5	-2,6	5,0	2,0	7,9	9,4	8,3	-4,2	- 0,6	- 5,5	5,19	3,58	1,77	3,51
16	-0,6	1,3	- 6,3	6,0	4,7	3,1	8,7	1,7	6,6	1,8	7,8	9,2	8,7	-6,8	- 1,4	- 6,3	4,07	4,43	2,70	3,73
17	-1,1	1,2	-10,6	5,5	6,0	1,7	10,2	1,0	8,6	4,1	9,5	7,5	10,2	-2,6	- 1,7	-10,6	4,79	4,08	2,66	3,84
18	-1,4	2,1	-11,5	1,3	7,1	-2,6	8,8	0,4	7,4	7,6	8,1	9,7	8,8	1,3	- 0,6	-11,5	4,09	4,25	1,92	3,42
19	-4,0	2,5	- 9,7	3,6	7,1	-3,0	4,7	3,4	8,1	8,9	9,6	6,5	8,9	-0,1	- 6,4	- 9,7	4,50	3,03	2,16	3,23
20	-3,0	2,7	- 7,5	2,7	7,0	-1,9	4,6	1,0	8,9	11,6	10,1	7,7	11,6	-1,5	-11,1	- 7,5	4,25	3,06	2,61	3,31
21	0,9	2,5	- 8,0	0,9	7,5	-2,1	6,9	2,0	8,9	9,5	9,0	7,3	9,5	-2,8	- 6,2	- 8,0	4,44	3,99	2,90	3,78
22	1,7	1,3	- 3,5	- 1,3	7,6	0,0	6,1	0,9	9,7	8,9	7,1	8,8	9,7	-2,9	- 4,3	- 3,5	3,72	4,51	3,14	3,79
23	1,5	2,7	- 4,7	3,1	6,7	1,9	5,4	-3,4	11,4	9,3	8,1	9,9	11,4	-4,2	- 1,8	- 4,7	3,75	4,32	3,39	3,82
24	0,6	3,7	- 0,7	4,5	4,8	0,9	4,8	-3,3	11,2	7,7	8,9	12,2	11,2	-3,1	- 0,5	- 3,3	4,33	4,42	3,42	4,06
25	1,6	6,7	2,8	5,6	4,0	-2,3	6,1	-1,7	7,7	3,9	8,7	11,4	7,7	-0,9	- 2,2	- 2,3	4,66	3,97	3,44	4,02
26	0,9	5,8	5,1	5,7	6,9	-3,0	5,2	3,1	8,0	2,5	8,6	10,4	8,0	-0,1	- 2,0	- 3,0	4,58	4,85	4,02	4,48
27	1,0	3,5	3,0	7,3	6,4	-2,1	8,5	5,7	6,1	1,2	9,5	12,7	8,5	-1,4	- 1,3	- 2,1	4,75	3,93	4,06	4,25
28	-0,9	4,5	3,0	7,3	5,3	-1,9	6,2	3,4	5,9	0,9	11,5	13,8	7,3	-0,6	- 2,6	- 1,9	5,28	3,84	3,37	4,16
29	»	»	»	6,7	»	»	»	5,3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Moy.	0,8	3,4	- 3,5	5,5	3,4	1,0	6,0	1,1	6,0	4,8	8,7	8,7	9,6	-3,6	- 3,3	- 5,4	4,06	3,44	2,82	3,44
Max.	5,1	9,7	5,1	11,4	7,6	7,2	10,2	5,7	11,4	11,6	11,5	13,8	11,6	1,3	0,3	1,9	5,61	4,85	4,76	4,48
Min.	-4,0	-3,7	-11,5	-1,3	-5,1	-3,0	3,3	-5,1	0,1	-4,1	6,3	5,7	7,3	-7,9	-11,1	-11,5	1,62	1,11	1,22	2,42

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — MARS.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	-1,8	4°3	6°5	5°9	6°4	-0°5	5°0	3°1	6°5	2°0	9°1	11°5	6°5	-2°2	-3°9	-1°8	4°36	3°65	3°74	3°92
2	-1,6	3,9	5,2	6,4	8,3	-0,7	6,0	3,3	7,3	-0,1	9,3	10,7	8,3	-1,4	-1,7	-1,6	4,97	3,87	3,80	4,21
3	-0,9	5,1	7,5	4,9	4,7	0,3	7,1	4,6	8,5	1,3	9,4	9,9	8,5	1,0	-2,5	-0,9	6,24	3,45	4,31	4,67
4	-0,2	5,5	5,2	4,0	6,0	-1,1	9,5	6,5	6,5	1,5	10,4	12,9	9,5	2,2	-7,1	-1,1	6,58	3,69	4,34	4,87
5	1,5	4,7	3,7	3,4	4,2	-0,1	10,6	5,3	3,9	0,5	10,5	8,9	10,6	0,8	-6,6	-0,1	5,68	3,24	3,75	4,22
6	3,9	2,1	4,8	4,2	6,5	-1,2	9,0	3,7	6,0	4,9	10,3	8,9	9,0	0,7	-7,7	-1,2	6,13	2,72	4,39	4,41
7	5,5	4,1	4,4	2,0	7,8	-0,8	10,3	3,1	8,0	11,5	10,6	8,2	11,5	-1,3	-4,7	-0,8	5,54	3,45	5,50	4,86
8	6,3	6,9	2,7	1,1	7,3	1,2	11,2	1,3	5,7	11,0	10,9	7,6	11,2	0,4	-3,6	1,1	5,85	2,99	5,47	4,77
9	6,3	9,3	0,6	5,5	4,3	0,7	5,3	-0,5	7,4	12,4	11,2	6,1	12,4	-2,1	-1,2	-0,5	5,24	2,82	5,13	4,40
10	5,3	11,5	-0,1	6,6	1,3	1,9	2,7	-1,3	6,5	10,7	11,3	6,6	11,5	-1,6	-3,3	-1,3	5,13	3,22	4,51	4,29
11	5,0	10,3	-0,2	4,3	-0,3	1,6	6,3	-0,3	8,7	9,5	9,4	7,1	10,3	-0,3	-6,6	-0,3	5,69	3,34	4,49	4,51
12	5,4	8,6	0,6	1,5	0,5	0,7	11,6	-0,3	4,4	11,0	10,4	5,7	11,6	-1,5	-4,5	-0,3	5,25	2,70	4,40	4,11
13	8,0	10,6	2,1	1,1	2,6	1,8	11,4	2,1	4,5	11,4	11,2	7,4	11,4	-1,5	-8,6	1,1	6,28	3,50	5,56	5,11
14	10,7	11,3	1,1	1,6	3,7	3,9	11,5	2,9	3,5	10,6	8,0	9,4	11,5	0,2	-7,7	1,1	5,83	4,26	6,08	5,39
15	6,5	12,4	1,5	2,6	9,2	5,1	11,2	3,5	4,9	10,1	9,7	8,1	12,4	2,1	-6,1	1,5	6,60	4,66	6,70	5,99
16	6,5	10,0	4,7	4,2	6,0	7,6	7,3	3,0	4,9	8,8	10,8	10,5	10,0	3,5	-2,4	3,0	6,62	5,83	6,30	6,25
17	-0,2	10,3	6,9	6,5	6,3	9,0	9,5	4,3	5,5	10,9	12,5	10,3	10,9	2,4	-1,1	-0,2	6,86	5,53	6,90	6,45
18	-3,8	7,1	7,7	7,9	11,3	8,0	10,3	7,4	5,3	9,4	12,9	10,5	11,3	2,6	-1,9	-3,8	6,74	4,82	7,06	6,21
19	-3,9	5,2	6,4	10,9	13,0	8,9	6,7	5,8	4,8	9,8	12,4	9,9	13,0	1,0	-2,8	-3,9	5,58	4,94	6,76	5,76
20	-2,6	3,5	8,0	9,6	10,7	9,3	6,0	7,7	5,9	8,0	14,9	11,6	10,7	0,6	0,5	-2,6	5,70	5,57	6,61	5,96
21	1,8	2,8	7,3	6,3	4,5	6,7	8,0	7,6	6,0	8;7	14,9	12,9	8,7	-1,8	-0,6	1,8	5,75	6,07	5,97	5,93
22	0,7	3,1	9,4	7,0	1,1	6,9	5,7	5,9	4,5	6,2	14,3	13,8	9,4	-3,4	0,7	0,7	5,87	6,34	5,05	5,75
23	0,5	6,0	9,3	5,9	3,5	8,5	5,4	3,0	6,0	3,0	12,7	14,9	9,3	-2,3	3,4	0,5	5,87	7,93	5,29	6,36
24	-1,9	5,7	3,5	5,2	3,1	9,6	8,0	6,3	9,4	11,0	11,5	12,5	11,0	-2,6	0,7	-1,9	4,94	7,20	5,99	6,04
25	-1,4	5,5	1,8	4,7	6,4	10,7	9,0	4,7	11,2	14,0	10,6	9,7	14,0	0,3	0,2	-1,4	4,83	6,35	6,66	5,95
26	-0,5	6,9	0,6	5,5	6,7	3.6	8,8	5,4	10,5	14,3	14,5	10,6	14,3	0,5	1,3	-0,5	5,92	5,78	6,18	5,96
27	-0,7	6,3	2,1	4,3	6,7	5,2	10,2	4,7	12,1	15,2	14,7	10,6	15,2	0,4	0,5	-0,7	5,59	6,59	6,61	6,26
28	0,5	6,0	2,2	3,9	7,0	7,1	9,9	7,1	12,7	15,8	9,6	12,0	15,8	0,5	2,1	0,5	6,38	7,31	7,22	6,97
29	0,7	9,6	3,0	2,3	6,8	6,0	12,9	9,5	13,5	14,6	10,4	12,7	14,6	3,8	2,3	0,7	7,15	6,82	7,89	7,29
30	2,0	9,0	2,1	0,5	9,1	10,8	9,8	7,1	7,7	11,3	11,4	13,3	11,3	3,4	3,1	0,5	7,21	7,40	6,94	7,18
31	7,9	9,0	2,8	2,9	8,7	12,9	4,9	8,7	10,1	10,3	10,0	14,5	12,9	2,2	3,8	2,8	7,04	8,85	7,82	7,90
Moy.	2,1	7,0	4,0	4,6	5,9	4,6	8,4	4,4	7,2	9,0	11,3	10,3	11,2	0,2	-2,1	-0,3	5,92	5,00	5,75	5,55
Max.	10,7	12,4	9,4	10,9	13,0	12,9	12,9	9,5	13,5	15,8	14,9	14,9	15,8	3,8	3,8	3,0	7,21	8,85	7,89	7,90
Min.	-3,9	2,1	-0,2	0,5	-0,3	-1,2	2,7	-1,3	3,5	-0,1	8,0	5,7	6,5	-3,4	-8,6	-3,9	4,36	2,70	3,74	3,92

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — AVRIL.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	10°,7	7°,9	2°,7	7°,4	9°,0	13°,4	3°,2	9°,7	10°,9	10°,2	14°,5	14°,1	13°,4	3°,9	5°,4	2°,7	7°,49	9°,66	8°,51	8°,55
2	8,5	10,3	5,5	10,8	10,4	4,9	4,8	9,1	10,0	11,7	15,5	14,9	11,7	3,8	5,8	4,8	7,65	9,85	8,60	8,70
3	8,8	11,4	5,7	13,3	10,4	8,6	8,3	7,5	9,6	13,3	17,7	17,6	13,3	1,7	3,5	5,7	7,27	9,96	9,69	8,97
4	10,5	8,1	6,9	13,3	11,3	10,9	11,5	7,5	9,7	12,7	12,0	17,0	13,3	1,1	3,7	6,9	6,56	10,31	10,24	9,04
5	11,1	8,7	5,7	8,8	13,1	5,0	12,0	9,6	8,4	12,0	12,3	17,5	13,1	3,4	5,8	5,0	7,13	9,83	9,44	8,80
6	11,3	9,8	3,5	10,9	15,0	6,3	13,5	10,5	8,7	12,7	10,4	14,1	15,0	-0,1	4,1	3,5	6,42	9,52	10,22	8,72
7	12,2	10,9	9,3	7,9	13,0	5,3	15,4	12,0	6,8	13,7	10,2	12,3	15,4	1,6	4,7	5,3	7,18	8,83	10,65	8,89
8	8,3	11,0	8,6	8,5	11,7	9,0	16,9	11,3	7,3	14,4	10,3	14,7	16,9	1,4	5,9	7,3	7,48	9,33	10,70	9,17
9	7,2	11,4	7,1	10,0	12,6	6,9	14,5	10,9	6,3	12,6	11,9	16,0	14,5	1,1	5,4	6,3	6,56	8,92	9,95	8,48
10	4,5	10,3	8,5	9,6	12,8	6,3	11,7	5,9	3,5	12,3	13,0	11,4	12,8	0,0	4,0	3,5	6,05	8,22	8,54	7,60
11	8,2	10,1	6,9	11,3	12,5	5,8	10,8	5,6	6,4	10,9	11,1	13,7	12,5	1,3	3,1	5,5	6,55	8,64	8,84	8,01
12	9,7	11,5	8,1	13,1	9,2	6,0	9,9	4,3	9,0	7,4	12,1	14,2	13,1	2,3	2,9	4,3	6,60	8,50	8,82	7,97
13	6,3	10,3	10,9	13,5	6,7	4,0	7,5	5,6	8,2	3,5	10,6	13,3	13,5	2,3	3,7	3,5	6,67	8,68	7,65	7,67
14	3,7	10,0	13,0	13,6	4,2	4,5	6,1	7,0	10,0	3,8	10,4	13,6	13,6	3,6	3,6	3,7	7,39	8,76	7,57	7,91
15	4,8	16,0	10,8	10,2	5,3	11,0	8,7	7,0	7,9	4,4	11,4	13,0	16,0	3,7	3,8	4,4	7,81	9,62	8,61	8,68
16	7,3	15,0	11,5	6,9	6,4	16,3	4,5	9,4	8,1	5,3	13,5	13,1	16,3	6,3	2,6	4,5	8,09	9,04	9,07	8,73
17	9,4	10,7	13,5	5,1	8,5	17,9	3,9	8,1	9,6	8,0	11,8	13,6	17,9	2,5	3,4	3,9	6,88	9,71	9,47	8,69
18	11,2	11,0	10,5	7,5	10,4	11,3	4,7	7,0	9,5	8,7	10,5	14,8	11,3	3,7	2,3	4,7	7,34	9,70	9,18	8,74
19	9,7	13,0	8,5	8,3	13,8	9,7	5,9	4,5	6,9	12,1	12,2	16,1	13,8	5,0	3,4	4,5	8,72	9,61	9,24	9,19
20	12,5	16,1	10,9	5,5	14,5	13,7	7,1	4,1	5,5	13,6	12,2	17,0	16,1	4,2	3,0	4,1	8,70	10,36	10,35	9,80
21	7,1	18,1	8,0	7,4	14,0	14,0	9,3	4,6	6,0	13,0	12,7	14,1	18,1	3,9	4,1	4,6	9,39	10,12	10,15	9,89
22	9,7	14,9	4,8	8,6	10,2	13,2	6,3	4,5	8,3	13,8	12,0	15,6	14,9	6,1	4,5	4,5	9,35	10,42	9,43	9,73
23	9,6	13,5	4,5	9,3	7,3	12,6	6,7	5,3	6,7	15,9	14,7	14,7	15,9	6,9	6,5	4,5	10,34	10,54	9,14	10,01
24	7,0	6,5	8,9	9,7	5,6	14,5	7,7	6,8	7,3	11,2	17,7	14,4	14,5	8,7	6,8	5,6	11,23	10,40	8,52	10,05
25	8,5	4,1	9,4	13,9	5,3	14,5	12,1	9,2	9,4	17,3	16,4	13,8	17,3	5,8	5,8	4,1	10,86	9,71	10,37	10,31
26	6,1	8,5	8,5	16,0	4,7	12,3	12,3	9,7	11,3	18,8	17,6	15,2	18,8	7,1	7,7	4,7	11,58	10,51	10,82	10,97
27	6,5	7,9	9,5	14,4	3,3	12,1	11,8	8,1	8,3	18,0	18,2	12,3	18,0	6,5	5,7	3,3	10,91	9,79	9,99	10,23
28	7,2	7,0	8,7	12,9	5,3	8,4	12,1	7,4	5,8	12,1	19,5	15,0	12,9	5,5	6,5	5,3	11,78	9,49	8,69	9,90
29	9,7	7,3	8,8	9,0	6,2	10,8	13,8	8,7	7,2	12,2	19,4	13,0	13,8	4,1	6,5	6,2	12,02	9,36	9,57	10,32
30	13,4	4,8	7,9	9,0	7,1	13,0	12,3	11,0	6,8	13,0	17,8	13,2	13,4	4,4	7,1	4,8	12,38	10,08	9,83	10,76
Moy.	8,7	10,5	8,2	10,2	9,3	10,1	9,6	7,7	8,0	11,6	13,7	14,4	14,8	3,7	4,7	4,7	8,48	9,58	9,40	9,15
Max.	13,4	18,1	13,5	16,0	15,0	17,9	16,9	12,0	11,3	18,8	19,5	17,6	18,8	8,7	7,7	7,3	12,39	10,54	10,82	10,97
Min.	3,7	4,1	2,7	5,1	3,3	4,0	3,2	4,1	3,2	3,5	10,2	11,4	11,3	-0,1	2,3	2,7	6,05	8,22	7,57	7,60

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — MAI.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	11°,7	8°,9	9°,8	8°,6	8°,1	8°,1	9°,5	12°,6	9°,7	16°,4	15°,4	14°,5	16°,4	4°,8	7°,2	8°,1	12°,12	10°,31	10°,34	10°,92
2	11,7	12,2	10,1	6,7	7,7	8,3	9,3	13,3	9,8	20,1	19,1	14,2	20,1	6,6	6,4	6,7	13,75	10,43	10,92	11,69
3	14,5	15,0	10,1	5,8	9,3	8,6	11,2	13,3	8,1	13,9	18,1	15,7	15,0	10,1	5,8	5,8	14,07	10,85	10,98	12,17
4	15,1	14,5	11,6	6,2	9,0	8,8	12,9	11,7	7,7	17,5	18,5	16,7	17,5	7,5	5,7	6,2	13,02	11,15	11,50	11,89
5	12,8	11,2	6,3	6,1	7,2	8,5	12,3	12,0	6,1	20,1	19,9	16,8	20,1	8,9	7,2	6,1	14,10	11,66	10,26	12,01
6	11,7	10,8	6,9	6,2	7,0	10,8	10,0	8,6	7,1	19,5	18,8	17,9	19,5	8,5	5,1	6,2	14,47	11,37	9,86	11,90
7	10,0	11,7	11,5	8,5	7,1	7,9	11,8	8,5	7,9	20,6	16,4	15,6	20,6	7,2	9,0	7,1	13,33	12,26	10,55	12,05
8	6,6	12,8	10,6	11,4	8,7	7,2	16,3	14,1	6,7	17,9	18,8	15,8	17,9	8,5	7,4	6,6	14,43	12,05	11,23	12,57
9	7,7	10,7	7,2	11,4	11,0	8,3	14,7	14,7	9,1	16,7	20,9	15,7	16,7	10,1	8,5	7,2	13,32	12,35	11,15	12,94
10	8,3	12,0	9,5	13,3	14,8	11,1	11,8	12,9	10,5	13,5	20,7	16,2	14,8	6,3	8,0	8,3	14,33	12,85	11,77	12,98
11	6,5	10,9	11,0	15,0	16,1	11,5	13,0	18,5	14,0	12,5	16,0	16,8	18,5	6,4	9,2	6,5	12,27	13,20	12,90	12,79
12	10,3	13,0	9,0	16,2	16,1	12,7	13,3	17,1	16,3	12,4	19,4	15,7	17,1	8,1	9,3	9,0	13,10	13,22	13,64	13,32
13	12,9	13,7	7,2	15,7	16,5	7,8	11,7	17,5	16,5	12,5	20,6	17,0	17,5	9,1	7,6	7,2	14,28	13,05	13,20	13,51
14	12,7	14,1	10,8	12,1	14,0	11,0	11,3	14,1	9,7	13,9	18,0	17,9	14,1	10,2	10,0	9,7	13,50	13,31	12,57	13,06
15	12,8	12,4	11,3	12,3	14,3	14,1	13,1	16,0	9,9	14,5	19,1	18,5	16,0	7,4	9,0	9,9	13,00	12,40	13,07	12,82
16	15,6	12,6	10,0	12,3	16,3	14,9	12,8	16,2	12,5	15,2	21,1	19,2	16,3	7,2	7,7	10,0	13,30	12,55	13,84	13,23
17	15,5	11,7	9,6	12,1	16,5	13,5	15,4	16,3	13,8	14,8	21,6	21,3	16,5	7,7	9,3	9,6	13,86	13,80	13,92	13,86
18	14,5	13,4	9,4	12,6	16,9	16,3	14,3	18,9	9,7	15,5	21,7	20,2	18,9	9,2	7,2	9,4	14,13	13,04	14,15	13,77
19	14,6	13,8	11,0	12,9	17,5	14,6	13,7	19,9	8,9	14,6	18,2	20,5	19,9	8,1	6,6	8,9	13,01	13,09	14,15	13,42
20	13,7	10,2	12,7	12,2	16,5	12,3	15,0	15,2	9,7	17,9	17,5	19,3	17,9	9,6	8,4	9,7	14,06	12,79	13,54	13,46
21	12,5	12,0	12,4	13,0	21,0	14,1	15,7	15,3	14,5	18,4	16,8	16,2	21,0	7,7	9,2	12,0	13,87	13,20	14,89	13,99
22	13,4	15,7	13,0	16,9	22,0	18,7	15,6	14,6	16,3	12,9	18,3	17,7	22,0	7,1	8,8	12,9	13,63	14,03	15,91	14,52
23	14,1	16,5	12,4	14,7	20,3	16,3	14,0	16,7	14,9	13,5	18,3	20,7	20,3	8,6	10,4	12,4	13,13	15,40	15,34	14,62
24	16,7	14,7	15,0	14,6	20,3	14,5	13,3	18,0	17,1	18,0	18,5	21,9	20,3	9,5	11,8	13,3	14,43	15,45	16,22	15,37
25	16,1	14,5	19,0	14,2	15,4	12,7	17,0	15,2	12,3	17,6	21,8	15,8	19,0	8,6	12,4	12,3	14,61	14,46	15,40	14,82
26	20,0	13,3	21,5	14,3	17,7	11,7	16,0	16,1	15,0	14,4	22,5	18,8	21,5	10,2	9,7	11,7	14,11	15,15	16,00	15,09
27	21,0	11,9	19,3	15,7	16,4	11,9	17,0	13,9	15,7	15,1	22,8	18,8	21,0	9,2	10,8	11,9	13,67	15,56	15,79	15,01
28	19,0	13,1	19,3	17,1	15,4	15,0	20,0	11,2	16,6	14,9	23,7	21,2	20,0	10,3	10,0	11,2	15,02	14,87	16,16	15,35
29	15,0	14,3	12,2	17,1	16,7	12,6	19,0	10,0	17,7	17,9	21,8	22,0	19,0	11,8	11,1	10,0	15,02	15,02	15,25	15,30
30	12,4	13,7	9,8	14,8	17,8	15,9	19,3	11,5	18,3	18,9	18,9	16,6	19,3	9,3	11,6	9,8	15,15	14,26	15,24	14,88
31	15,0	13,7	12,5	11,7	13,9	19,7	18,5	12,5	15,4	19,4	19,7	17,5	19,7	10,3	10,8	11,7	14,96	15,02	15,23	15,07
Moy.	13,4	12,9	11,7	12,3	14,4	12,2	14,2	14,4	12,2	16,2	19,4	17,8	18,5	8,5	8,7	9,3	13,94	13,17	13,38	13,50
Max.	21,0	16,5	21,5	17,1	22,0	19,7	20,0	19,9	18,3	20,6	23,7	22,0	22,0	11,8	12,4	13,3	15,62	15,56	16,22	15,37
Min.	6,5	8,9	6,3	5,8	7,0	7,2	9,3	8,5	6,1	12,4	15,4	14,2	14,1	4,8	5,1	5,8	12,12	10,31	9,86	10,92

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — JUIN.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	17°0	14°5	15°0	12°7	12°9	20°7	19°5	14°9	15°3	16°8	20°0	22°3	20°7	11°4	10°9	12°7	15°68	16°00	15°93	15°87
2	16,5	15,9	14,1	17,4	13,7	20,5	20,7	14,7	15,5	16,3	21,6	21,1	20,7	10,9	12,9	13,7	16,83	16,13	16,51	16,49
3	16,1	13,7	16,6	18,2	15,7	23,9	20,3	15,3	13,5	17,1	19,1	21,9	23,9	10,0	10,8	13,5	16,49	16,36	17,04	16,63
4	12,9	13,1	15,2	19,9	17,5	26,0	18,3	15,5	14,1	18,4	21,9	19,7	26,0	10,1	13,4	12,9	15,98	16,63	17,07	16,56
5	14,3	11,7	17,0	19,5	19,3	21,3	20,1	13,5	16,0	17,0	19,7	22,9	21,3	11,0	12,0	11,7	15,40	16,32	16,07	16,23
6	14,2	13,1	20,2	13,3	21,3	24,1	21,0	13,5	15,3	18,9	20,7	24,4	24,1	14,5	11,6	13,1	16,00	17,67	17,49	17,05
7	15,9	12,7	23,0	12,8	23,7	20,4	20,0	15,1	14,8	21,3	22,2	22,1	23,7	10,5	12,0	12,7	16,25	17,17	17,97	17,13
8	16,0	12,3	19,8	15,7	22,3	20,7	20,0	14,1	13,5	20,4	21,3	21,6	22,3	9,5	10,3	12,3	15,84	17,41	17,48	16,91
9	17,0	12,5	17,3	16,3	16,3	24,1	20,7	15,1	14,9	18,5	21,5	19,2	24,1	9,9	10,5	12,5	17,31	16,07	17,25	16,88
10	18,3	14,0	17,7	18,0	16,0	24,3	21,6	16,1	17,3	13,3	22,4	18,2	24,3	11,8	10,2	13,3	18,44	15,42	17,66	17,17
11	19,5	13,8	17,1	16,7	15,1	20,6	19,9	13,4	15,0	17,3	23,1	19,4	20,6	12,0	11,8	13,4	18,64	15,84	16,84	17,11
12	19,3	16,6	18,0	18,7	13,0	19,8	20,4	17,4	17,0	16,8	22,3	23,1	20,4	13,2	12,6	13,0	17,93	17,27	17,70	17,63
13	18,6	16,5	21,6	21,5	12,3	21,7	18,2	18,4	18,7	17,1	22,3	23,6	21,7	14,1	13,2	12,3	18,34	18,42	18,46	18,41
14	18,9	15,7	20,9	20,0	12,0	23,7	18,0	16,6	20,1	14,1	23,0	21,6	23,7	12,3	11,2	12,0	18,25	16,86	18,00	17,70
15	16,8	16,0	14,3	14,9	12,0	26,3	13,2	14,5	21,7	14,1	21,4	20,7	26,3	13,0	13,9	12,0	18,47	16,55	16,38	17,13
16	18,5	17,8	13,9	15,1	15,0	27,6	15,7	15,5	21,6	15,1	22,2	21,2	27,6	10,5	12,5	13,9	18,21	17,06	17,58	17,62
17	19,4	18,3	13,5	17,0	16,7	26,4	13,6	16,1	21,7	15,9	21,7	22,9	26,4	13,5	13,6	13,5	18,62	17,52	17,86	18,00
18	19,8	18,0	11,4	16,4	17,7	22,7	14,7	14,5	18,6	13,5	25,5	21,5	22,7	14,4	13,0	11,4	18,49	17,00	16,73	17,41
19	20,3	16,1	13,0	16,1	19,1	17,5	17,3	14,9	19,4	14,2	25,0	22,5	20,3	15,8	13,8	13,0	18,52	17,01	16,79	17,44
20	18,8	18,0	11,5	15,8	22,0	20,4	16,7	16,9	22,5	14,3	20,5	22,7	22,5	14,8	14,6	11,5	17,55	17,37	17,69	17,54
21	14,5	14,1	11,6	15,0	23,4	20,1	17,7	17,0	23,5	13,6	24,0	21,8	23,5	15,1	15,3	11,6	19,10	17,65	17,05	17,93
22	15,3	16,8	14,8	14,8	20,2	18,0	14,1	15,7	23,5	14,2	25,2	23,5	23,5	15,5	14,6	14,1	18,68	19,02	16,74	18,15
23	18,3	17,0	14,5	15,9	19,5	18,0	18,5	16,2	22,1	13,7	20,8	22,5	22,1	15,7	13,8	13,7	18,07	17,06	17,37	17,50
24	18,5	16,7	12,7	14,7	19,5	20,5	16,5	20,5	20,1	13,1	21,2	23,8	20,5	13,4	13,3	12,7	17,22	17,44	17,28	17,31
25	19,1	19,0	15,5	17,5	19,6	17,1	15,3	21,7	19,0	16,0	21,1	20,9	21,7	11,8	14,1	15,3	16,90	16,44	17,96	17,10
26	14,8	21,9	16,0	19,7	21,0	16,4	20,8	17,7	19,9	14,6	21,8	20,7	21,9	12,7	14,5	14,6	17,80	16,97	18,28	17,68
27	16,5	18,2	18,5	19,9	22,1	20,1	23,6	15,2	18,8	16,3	20,4	23,5	23,6	12,2	14,6	15,2	17,05	18,01	18,92	17,99
28	20,3	17,1	18,6	23,0	23,9	15,3	23,3	17,9	17,7	13,0	18,3	20,5	23,9	10,0	11,1	13,0	16,50	16,93	19,01	17,41
29	22,7	16,5	17,8	20,1	25,0	17,2	23,3	15,8	16,7	14,3	22,4	20,3	25,0	11,2	11,2	14,3	17,26	16,84	18,94	17,68
30	18,1	15,5	21,0	16,3	18,7	15,5	15,9	14,9	16,5	15,6	21,4	20,1	21,0	12,2	13,1	14,9	16,56	16,56	16,80	16,64
Moy.	17,5	13,8	16,4	17,1	18,2	21,0	18,6	15,9	18,1	15,8	21,8	21,7	23,0	12,4	12,7	13,1	17,41	16,07	17,46	17,28
Max.	22,7	21,9	23,0	23,0	25,0	27,6	23,6	21,7	23,5	21,3	25,5	24,4	27,6	15,8	15,5	15,3	19,10	19,02	19,01	18,41
Min.	12,9	11,7	11,4	12,7	12,0	15,3	13,2	13,4	13,5	13,0	18,3	18,2	20,3	9,5	10,2	11,4	15,40	15,42	15,93	15,87

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — JUILLET.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	18°,2	15°,5	20°,3	16°,1	18°,8	18°,0	17°,7	13°,5	15°,5	14°,1	22°,9	21°,3	20°,3	11°,7	13°,9	13°,3	17°,24	16°,42	16°,75	16°,80
2	15,8	14,7	20,3	13,0	19,0	14,8	19,7	16,4	17,3	15,6	23,1	23,0	20,3	12,5	14,2	13,0	16,78	17,12	16,66	16,85
3	15,4	16,0	20,9	12,8	18,0	14,2	23,3	17,3	14,9	14,7	22,8	23,5	23,3	13,8	14,3	12,8	17,98	18,32	16,75	17,68
4	16,5	19,5	17,9	12,9	19,5	14,6	26,0	17,6	15,7	15,9	21,3	23,1	26,0	14,1	15,8	12,9	18,17	19,01	17,61	18,26
5	19,3	16,7	15,7	15,3	21,0	15,1	20,2	15,9	19,1	17,5	26,3	25,3	21,0	13,9	15,8	15,1	18,91	19,72	17,58	18,74
6	19,3	14,5	15,1	17,8	22,3	15,1	21,9	15,4	17,3	20,0	22,6	24,5	22,3	15,4	15,5	14,5	18,74	19,22	17,87	18,61
7	20,2	17,0	16,0	18,0	16,5	16,9	21,7	14,5	18,2	18,4	23,1	25,8	21,7	15,1	15,6	14,5	19,09	19,85	17,65	18,86
8	24,8	15,5	17,5	16,9	14,5	16,0	23,2	15,1	17,2	16,5	23,2	22,8	24,9	14,5	15,4	14,5	18,59	19,23	17,72	18,51
9	25,9	15,8	18,8	12,3	15,5	15,9	21,1	14,2	16,8	17,3	22,1	25,7	25,9	14,7	12,6	12,3	17,49	18,51	17,36	17,79
10	23,9	16,5	21,7	13,7	16,8	16,7	20,4	14,7	15,9	19,1	19,0	25,1	23,9	14,2	12,6	13,7	16,75	17,71	17,94	17,47
11	18,7	16,3	20,5	14,9	17,3	15,8	19,2	17,1	17,0	15,5	21,7	24,4	20,5	14,1	13,6	14,9	18,18	18,19	17,23	17,87
12	20,5	16,0	18,5	17,2	18,8	16,7	22,2	18,5	19,6	13,9	24,0	25,0	22,2	13,8	13,4	13,9	19,46	18,02	18,19	18,56
13	18,9	16,3	18,3	17,1	19,8	17,1	24,9	18,1	21,4	16,3	25,0	24,8	24,9	13,5	13,4	16,3	18,67	18,47	18,82	18,65
14	20,5	15,1	20,9	16,5	22,5	18,9	24,7	18,2	18,3	18,1	20,5	24,0	24,7	13,1	15,5	15,1	18,25	19,41	19,37	19,01
15	18,5	17,0	21,7	18,9	24,3	22,8	18,2	20,3	18,7	20,5	23,2	24,1	24,3	14,3	13,0	17,0	17,83	19,23	20,09	19,05
16	17,0	18,4	20,3	20,7	25,1	25,7	20,9	20,9	18,7	17,5	19,8	25,3	25,7	13,9	13,0	17,0	17,71	18,81	20,52	19,01
17	17,1	17,9	18,0	16,1	20,3	24,8	20,7	21,6	18,3	14,9	22,1	27,6	24,8	15,9	14,0	14,9	18,36	19,35	18,97	18,89
18	17,3	18,3	16,1	15,9	18,5	21,0	23,9	17,7	18,9	17,1	25,1	25,0	23,9	15,7	14,6	15,9	18,98	18,79	18,47	18,75
19	17,4	17,5	17,9	18,6	20,3	23,0	25,9	17,9	18,7	18,5	25,6	19,9	25,9	15,4	14,1	17,4	19,28	17,58	19,57	18,81
20	17,5	20,0	17,7	18,1	22,5	17,7	24,5	15,7	18,3	19,5	21,8	21,6	24,5	15,2	14,1	15,7	18,42	17,61	19,15	18,39
21	18,0	23,1	16,2	14,7	21,6	20,1	24,4	16,0	20,5	17,5	20,2	23,0	24,4	13,0	14,6	14,7	17,51	17,55	19,21	18,09
22	18,7	22,4	15,5	18,8	20,5	16,2	24,6	17,4	20,8	15,5	21,5	20,6	24,5	12,6	16,1	15,5	17,33	18,22	19,04	18,20
23	20,5	23,2	17,3	19,7	18,5	19,0	22,3	15,6	20,5	16,8	21,4	20,6	23,2	12,7	13,6	15,6	17,05	18,82	19,34	18,40
24	18,6	24,0	18,6	22,7	20,0	18,9	17,3	16,7	17,0	16,9	21,3	23,9	24,0	12,9	13,8	16,7	17,31	19,45	19,07	18,61
25	20,6	25,5	19,7	21,6	23,0	18,6	16,1	15,7	20,6	19,0	21,0	20,5	25,5	12,4	14,0	15,7	16,56	17,52	20,04	18,04
26	17,5	24,5	16,7	16,7	22,9	16,5	16,3	13,0	20,7	18,3	19,8	22,0	24,5	13,2	15,5	13,0	16,65	17,86	18,31	17,61
27	19,9	20,5	17,8	17,5	20,7	17,0	19,1	13,2	18,1	21,3	21,2	20,2	21,3	14,7	16,2	13,2	17,74	17,68	18,51	17,98
28	21,9	16,8	17,6	19,2	22,0	19,0	21,4	15,0	17,0	20,6	23,3	20,2	22,0	15,3	15,8	15,0	18,73	17,83	19,05	18,54
29	20,0	15,9	17,3	18,7	19,7	14,9	21,5	15,7	15,5	19,3	23,1	21,6	21,5	15,2	14,3	14,9	19,02	17,89	17,85	18,25
30	18,3	17,3	17,9	19,5	20,8	15,8	20,8	15,5	18,3	18,1	23,1	22,1	20,8	13,6	14,5	15,5	17,95	18,57	18,23	18,24
31	15,9	21,2	18,8	21,8	21,2	14,5	21,7	14,8	18,8	15,3	24,0	24,2	21,8	13,8	15,4	14,5	17,30	19,04	18,40	18,25
Moy.	19,1	18,4	18,3	17,2	20,1	17,8	21,5	16,4	18,2	17,4	22,5	23,2	23,4	14,0	14,5	14,8	18,00	18,42	18,45	18,28
Max.	25,9	25,5	21,7	22,7	25,1	25,7	26,0	21,6	21,4	21,3	26,5	27,6	26,0	15,9	16,2	17,4	19,46	19,85	20,52	19,05
Min.	15,4	14,5	15,1	12,3	14,5	14,2	16,1	13,0	14,9	13,9	19,0	19,9	20,3	12,4	12,6	12,3	16,56	16,42	16,66	16,80

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — AOÛT.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	19°,1	20°,1	20°,7	22°,7	20°,2	15°,1	20°,5	15°,0	18°,0	18°,0	22°,5	26°,4	22°,7	14°,1	15°,2	15°,0	17°,21	18°,52	18°,94	18°,22
2	20,4	17,9	20,7	23,7	21,0	14,5	18,1	16,9	20,1	20,0	23,7	23,5	23,7	13,3	14,9	14,5	17,34	18,48	19,33	18,38
3	17,5	18,8	22,1	23,0	22,0	16,6	19,7	15,9	21,3	21,3	21,5	22,4	23,0	15,3	15,1	15,9	18,48	17,72	19,82	18,67
4	18,4	16,0	19,7	22,9	26,5	20,1	21,2	17,0	17,5	17,7	21,5	23,8	26,5	14,8	13,7	16,0	18,55	17,76	19,70	18,67
5	17,7	15,8	17,2	21,0	26,8	19,5	20,6	16,2	19,7	19,7	22,5	26,4	26,8	15,7	13,6	15,8	19,16	18,23	19,42	18,94
6	16,5	16,7	17,0	18,5	20,8	18,0	17,7	17,2	20,8	20,0	22,2	26,5	20,8	14,3	15,5	16,5	18,70	18,79	18,32	18,60
7	16,3	17,3	18,7	18,2	21,2	16,5	19,1	16,3	17,9	17,9	21,0	25,1	21,2	12,9	15,7	16,3	17,96	17,94	17,94	17,95
8	17,8	17,0	18,5	21,2	17,9	16,1	22,5	14,1	21,0	15,9	21,0	22,6	22,5	14,0	15,3	14,1	17,67	18,10	18,20	17,99
9	17,0	16,8	17,7	22,0	16,5	17,2	23,7	15,6	18,8	15,3	21,1	21,2	23,7	14,5	14,4	13,3	17,34	18,34	18,06	17,91
10	17,3	20,3	16,3	22,3	16,6	21,5	17,1	14,1	20,0	15,1	24,2	22,1	22,3	14,7	13,6	14,1	17,77	17,44	18,06	17,76
11	17,8	19,7	17,1	24,3	19,3	22,7	17,9	14,9	18,8	16,5	24,1	20,0	24,3	16,5	14,9	14,0	19,47	17,15	18,90	18,51
12	17,0	16,2	17,4	23,0	20,1	22,5	19,4	15,6	22,5	16,3	24,3	21,2	23,0	13,9	15,0	15,6	18,55	17,72	18,98	18,42
13	17,7	18,4	18,5	21,5	20,0	24,4	20,7	15,5	24,6	17,5	21,2	22,4	24,6	13,8	12,7	15,5	17,62	17,53	19,84	18,33
14	18,5	20,5	15,5	23,4	22,8	22,7	21,1	15,9	19,5	18,4	22,3	21,7	23,4	14,2	13,6	15,5	17,82	17,74	19,83	18,46
15	18,7	20,9	16,7	20,4	21,5	22,3	19,7	17,4	21,4	19,5	22,5	22,0	22,3	13,1	12,1	16,7	18,38	17,97	19,85	18,73
16	17,8	16,4	17,9	18,9	20,9	17,5	16,7	19,3	22,5	19,6	22,7	24,0	22,5	13,1	12,3	16,4	18,19	18,21	18,75	18,38
17	17,9	14,9	18,0	21,3	21,7	20,3	17,3	18,9	21,5	18,4	24,4	23,2	21,7	15,1	12,3	14,9	18,70	18,49	19,02	18,74
18	17,0	14,3	17,3	21,7	19,1	23,5	17,7	14,9	17,5	19,5	23,3	23,0	23,5	13,9	13,4	14,3	18,58	18,69	18,25	18,51
19	18,3	15,0	19,7	18,3	17,9	25,0	18,7	15,3	19,3	17,5	23,7	22,1	25,0	15,7	13,4	15,0	18,90	17,90	18,50	18,43
20	21,5	17,3	20,3	18,2	20,1	19,5	19,7	17,0	17,5	17,5	24,2	22,6	21,5	15,0	12,3	17,0	19,50	17,57	18,86	18,64
21	21,0	19,3	20,1	19,0	20,2	15,9	20,8	15,8	13,7	17,8	23,2	21,5	21,0	12,3	13,7	15,7	19,22	16,95	18,56	18,24
22	20,5	21,1	18,0	17,7	20,5	15,4	18,4	13,0	16,0	20,0	22,5	20,4	21,1	12,5	13,7	15,0	18,32	16,88	18,24	17,81
23	19,7	16,8	17,5	16,5	23,0	16,5	17,6	14,4	18,1	16,9	22,7	21,2	23,0	13,5	14,2	14,4	18,24	17,07	17,70	17,67
24	19,4	17,4	21,2	14,2	23,9	18,8	19,0	14,7	16,7	16,1	21,9	21,0	23,9	14,9	12,6	14,2	17,59	16,50	18,14	17,34
25	17,4	16,9	21,4	15,8	23,8	19,4	21,7	16,4	15,2	13,5	24,6	19,8	23,8	12,5	12,6	15,2	16,27	15,89	18,35	16,84
26	18,0	14,6	19,5	18,4	22,7	13,5	24,7	16,6	15,7	15,5	24,8	20,1	24,7	12,8	13,9	13,5	17,17	16,66	17,92	17,25
27	17,8	15,2	15,9	15,8	22,0	13,5	22,3	16,0	17,7	18,1	20,9	18,9	22,3	12,1	12,8	13,5	17,13	16,74	17,43	17,10
28	14,7	17,9	19,2	17,3	19,7	13,9	20,0	14,7	17,9	17,4	20,9	20,5	20,0	13,6	13,3	13,9	17,16	17,13	17,27	17,19
29	14,5	18,2	21,5	18,0	18,7	13,4	18,2	16,5	19,9	13,5	20,5	21,3	21,5	13,7	13,1	13,4	17,45	16,96	17,44	17,28
30	14,3	17,8	17,5	16,1	17,8	15,7	18,5	17,0	18,9	15,2	19,9	21,0	18,9	13,0	12,4	14,3	16,98	17,18	16,88	17,01
31	15,2	19,3	18,3	17,1	20,3	14,4	13,4	17,4	17,3	16,7	20,8	19,8	20,3	13,7	11,8	13,4	16,77	16,52	16,94	16,68
Moy.	17,8	17,6	18,6	19,8	20,8	18,2	19,5	16,0	19,0	17,6	22,5	22,2	22,8	14,0	13,6	15,0	18,00	17,57	18,50	18,02
Max.	21,5	21,1	22,1	24,3	26,8	25,0	24,7	19,3	24,6	21,5	25,7	26,5	26,8	16,5	15,7	17,0	19,50	18,79	19,85	18,94
Min.	14,3	14,3	15,5	14,2	16,5	13,4	13,4	14,1	13,2	15,1	19,9	18,9	18,9	12,1	11,8	13,4	16,27	15,89	16,88	16,68



TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — SEPTEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	16°0	17°7	18°9	18°5	22°1	13°9	13°4	15°5	15°4	16°0	21°5	19°0	22°1	11°6	13°1	13°4	16°21	15°91	16°74	16°29
2	17,0	13,7	16,4	14,1	21,0	16,6	14,6	14,6	18,3	18,5	20,0	22,0	21,0	9,5	12,6	13,7	15,88	16,53	16,48	16,30
3	15,5	14,7	15,4	12,7	15,5	17,7	17,5	14,7	19,6	17,2	22,6	20,8	19,6	10,5	11,5	12,7	16,11	16,51	16,05	16,16
4	15,7	15,9	16,5	11,9	17,3	19,5	15,5	13,3	18,6	15,3	21,0	21,1	19,5	12,0	12,0	11,9	16,60	16,13	15,95	16,23
5	15,5	16,5	17,1	12,3	18,4	19,5	15,0	12,6	17,8	15,2	22,1	18,9	19,5	9,3	11,0	12,5	16,10	15,77	15,97	15,95
6	14,1	15,0	14,1	13,0	18,0	16,0	14,1	13,5	19,3	14,5	21,8	20,3	19,3	11,8	11,0	13,0	15,65	16,41	15,36	15,81
7	15,2	14,7	12,0	16,0	17,6	15,0	16,1	15,0	18,7	15,5	18,5	20,2	18,7	11,9	10,8	12,0	15,28	16,14	15,56	15,66
8	14,5	15,3	12,0	16,9	20,0	16,3	16,2	16,1	14,7	16,5	21,1	21,5	20,0	12,9	11,6	12,0	16,55	15,85	15,85	16,08
9	13,9	12,4	12,5	17,3	19,7	15,3	17,5	14,2	16,0	17,0	20,2	19,9	19.7	12,9	11,3	12,4	16,53	15,72	15,76	16,00
10	16,0	13,7	13,7	16,5	18,5	16,1	17,0	11.8	17,3	17,5	19,8	20,1	18,5	11,2	10,8	11,8	16,36	15,84	15,79	16,00
11	17,8	12,5	11,8	17,0	18,2	16,9	13,5	10,8	13,7	16,1	21,7	20,7	18,2	11,6	11,9	10,8	15,96	15,86	14,83	15,55
12	16,2	14,2	13,0	16,3	16,8	18,5	13,5	10,3	13,3	13,1	21,8	18,6	18,5	10,7	11,6	10,3	15,63	14,57	14,52	14,91
13	17,5	19,1	14,0	15,3	17,3	18,6	14,7	11,1	15,0	13,6	19,8	17,7	19,1	10,9	10,4	11,1	14,40	14,16	15,62	14,73
14	18,1	19,7	16,3	15,0	17,5	19,5	14,5	14,7	16,3	14,0	18,7	17,1	19,7	10,5	10,0	14,0	14,07	13,73	16,58	14,79
15	16,0	18,0	13,4	14,8	18,3	19,4	11,3	15,1	13,7	16,5	21,4	17,5	19,4	11,2	11,6	11,3	15,10	13,83	15,65	14,86
16	17,4	19,3	13.7	15,7	18,5	16,5	13,3	14.5	13,4	17,4	19,0	18,5	19,3	11,1	10,9	13,3	14,26	14,51	15,97	14,91
17	16,0	20,2	15,8	13,9	18,0	20,0	13,6	15,6	13,0	16,9	21,4	19,0	20,2	12,2	10,4	13,0	15,45	15,39	16,30	15,71
18	14,9	18,1	16,9	14,8	18,8	21,2	12,5	16,8	12,5	15,1	22,9	18,9	21,2	9,8	11,3	12,5	15,38	13,73	16,16	15,09
19	15,9	16,7	15,4	11,5	17,6	17,1	13,1	11,9	12,7	14,3	21,5	16,9	17,6	11,9	10,3	11,5	15,42	13,09	14,62	14,38
20	14,7	18,2	15,6	10,6	14,1	16,5	13,4	14,0	13,6	13,7	22,5	16,0	18,2	10,7	10,6	10,6	15,54	13,12	14,44	14,37
21	14,3	16,7	16,1	11,1	12,7	15,5	13,8	13,6	15,0	15,0	21.7	17,3	16,7	10,2	10,6	11,1	14,48	13,84	14,38	14,23
22	15,5	13,2	15,2	11,7	15,5	16,5	13,5	14,8	14,7	14,4	19,7	16,4	16,5	10,0	9,1	11,7	13,91	13,67	14,50	14,03
23	15,5	11,0	16,6	12,9	12,7	21,0	13,7	16,0	13,9	10,3	19,1	15,9	21,0	11,9	9,3	10,3	13,88	13,65	14,36	13,96
24	14,9	14,2	18,7	12,9	14,3	19,1	18,9	14,6	14,1	13,7	18,6	16,5	19,1	10,9	9,4	12,9	13,89	14,15	15,54	14,53
25	11,4	13,5	12,2	13,3	16,7	14,0	20,3	14,3	13,9	17,4	18,1	15,4	20,3	9,1	9,6	11,4	14,54	13,00	14,72	14,09
26	10,9	11,2	9,0	11,9	18,5	14,5	20,5	12,0	13,7	13,5	18,4	14,7	20,5	10,2	10,2	9,0	14,89	13,05	13,77	13,90
27	9,6	11,9	11,6	12,3	16,5	15,3	19,1	11,6	11,5	17,5	17,9	15,6	19,1	8,3	9,3	9,6	14,87	12,29	13,67	13,61
28	13,6	12,2	16,4	13,2	17,5	14,2	19,0	14,0	12,0	18,7	19,5	14,7	19,0	10,4	9,0	12,0	14,67	12,66	15,08	14,14
29	14,7	13,2	18 0	13,4	15,6	13,9	18,3	13,7	14,8	19,7	17,9	14,7	19,7	9,4	9,5	13,2	13,62	11,98	15,53	13,71
30	13,4	14,0	17,8	13,7	13,2	18,7	14,0	13,0	15,6	18,7	16,9	15,9	18,7	9,0	9,5	13,0	12,80	12,24	15,21	13,42
Moy.	13,1	15,2	14,9	14,0	17,2	17,1	15,4	13,9	15,1	15,8	20,2	18,1	19,3	10,8	10,7	11,9	15,13	14,44	15,37	14,98
Max.	18,1	20,2	18,9	18,5	22,1	21,2	20,5	16,8	19,6	19,7	22,9	22,0	22,1	12,9	13,1	14,0	16,60	16,53	16,74	16,30
Min.	9,6	11,0	9,0	10,6	12,7	13,9	11,3	10,3	11,5	10,3	16,9	14,7	16,5	8,3	9,0	9,0	12,80	11,98	13,67	13,42

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — OCTOBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	13°,5	12°,4	18°,0	12°,0	14°,8	14°,7	16°,0	12°,5	17°,2	16°,1	18°,4	15°,0	18°,0	7°,3	8°,7	12°,0	12°,92	12°,53	14°,72	13°,39
2	11,8	12,1	14,1	12,6	16,7	13,2	17,9	12,3	18,7	12,7	17,7	15,1	18,7	9,9	11,0	11,8	13,49	13,35	14,21	13,68
3	8,3	16,0	14,3	13,0	15,0	13,8	15,5	12,7	17,5	14,8	16,5	17,6	17,5	10,3	9,7	8,3	12,96	12,77	14,09	13,27
4	7,7	13,1	16,5	16,0	16.1	12,9	17,6	11,4	14,0	16,3	17,4	17,2	17,6	9,8	11,1	7,7	12,34	13,27	14,16	13,26
5	9,5	15,1	15,8	17,0	17,1	14,3	19,0	10,0	13,5	15,9	16,9	17,1	19,0	8,0	11,1	9,5	12,53	13,32	14,72	13,52
6	11,6	16,6	15,8	17,8	11,6	10,5	18,8	13,6	15,5	13,0	17,9	15,5	18,8	9,8	9,8	10,5	13,05	12,36	14,48	13,30
7	12,5	13,7	15,3	16,0	12,0	11,4	18,2	13,1	16,6	16,5	18,4	16,0	18,2	8,4	9,5	11,4	12,83	12,47	14,51	13,27
8	13,7	8,7	14,9	17,1	13,0	13,2	17,5	13,3	17,9	14,3	19,2	14,2	17,9	8,4	7,7	8,7	12,44	12,02	14,36	12,94
9	13,3	13,1	13,0	16,1	13,3	9,0	13,7	10,0	19,0	12,3	18,4	16,3	19,0	8,9	6,5	9,0	12,99	11,53	13,28	12,53
10	9,8	15,8	11,2	13,5	15,0	8,5	14,1	7,9	18,0	12,0	18,1	15,3	18,0	7,4	7,1	7,9	12,44	11,45	12,38	12,09
11	12,3	14,7	9,0	14,9	12,0	10,9	13,9	8,6	18,6	15,0	17,9	15,7	18,6	7,3	7.0	8,6	11,57	11,29	12,99	11,95
12	12,5	12,7	12,7	14,6	13,6	10,2	14,5	7,1	16,2	14,2	17,3	14,8	16,2	8,2	6,3	7,1	11,49	11,06	12,83	11,79
13	11,5	9,3	12,8	15,2	11,5	9,5	14,0	5,2	13,3	15,0	14,7	14,5	15,2	5,8	5,2	5,2	10,90	9,94	11,73	10,86
14	12,3	9,1	12,5	14,3	10,6	12,5	12,5	8,7	14,7	15,3	15,5	15,9	15,3	4,6	5,3	8,7	10,87	9,57	12,25	10,90
15	13,4	8,1	12,3	13,9	12,4	13,7	13,7	8,8	13,0	18,5	16,9	13,3	18,5	9,3	5,8	8,1	12,54	9,37	12,78	11,56
16	11,5	9,9	10,5	13,4	11,3	12,7	16,5	12,0	12,4	17,3	15,1	13,7	17,3	8,8	4,4	9,9	11,42	8,67	12,75	10,95
17	10,3	10,3	10,8	13,7	11,9	14,5	14,7	11,1	13,1	11,5	14,0	15,0	14,7	8,8	3,7	10,3	11,11	9,27	12,21	10,86
18	10.5	9,8	11,0	11,6	12,8	14,2	14,1	9,6	8,8	11,0	13,2	15,0	14,2	6,1	6,7	8,8	10,24	10,35	11,34	10,64
19	8,9	9,2	11,5	10,8	14,8	15,0	13,7	12,0	8,9	9,7	13,5	13,6	15,0	4,0	5,9	8,9	10,23	10,46	11,45	10,71
20	11,5	8,8	11,1	9,0	13,5	12,6	12,7	12,3	9,3	10,9	12,1	14,0	13,5	5,0	6,3	8,8	9,58	10,44	11,17	10,40
21	10,8	9,0	11,7	10,4	12,5	11,1	10,5	9,6	8,2	8,5	13,8	15,2	12,5	4,5	5,7	8,2	9,95	9,47	10,23	9,88
22	12,6	9,3	13,4	9,9	12,4	9,6	5,6	8,6	14,0	9.1	12,5	12,7	14,0	4,8	4,9	5,6	9,07	9,09	10,45	9,54
23	13,0	9,6	13,0	8,9	9,9	9,3	4,7	9,8	13,0	10,9	14,0	15,2	13,0	6,7	3,4	4,7	10,22	10,18	10,21	10,20
24	12,3	8,2	12,7	11,5	9,0	11,7	5,2	12,1	10,2	9,6	13,1	14,2	12,7	7,9	4,0	5,2	10,44	9,82	10,25	10,17
25	13,8	10,4	9,3	7,7	11,4	10,9	5,8	13,1	10,2	7,3	13,7	14,0	13,8	5,1	3,3	5,8	9,80	9,63	9,99	9,81
26	14,6	9,6	10,9	4,9	12,9	7,9	9,3	13,0	8,4	8,6	13,3	14,2	14.6	5,0	3,1	4,9	8,91	8,95	10,01	9,29
27	13,3	7,4	10,9	3,8	12,5	8,5	7,3	12,7	5,0	8,8	14,0	12,3	13,3	5,6	4,5	3,8	8,64	8,47	9,22	8,78
28	13,7	6,6	10,0	3,2	11,1	8,7	6,5	13,6	3,5	10,5	14,1	13,5	13,7	6,9	5,7	3,2	8,79	8,89	8,94	8,87
29	14,6	7,5	9,5	4,3	11,7	8,1	8,5	13,2	6,3	10,6	12,7	12,0	14,6	2,0	5,6	4,3	7,99	8.36	9,43	8,59
30	12,0	11,0	10,0	5,5	11,1	5,4	6,7	11,4	5,0	10,2	10,7	12,1	12,0	1,8	4,5	5,0	7,83	8,48	8,83	8,38
31	9.3	11,8	9,4	7,3	9,8	3,5	7,8	8,3	3,7	11,1	10,6	16,7	11,8	2,7	5,3	3,5	7,68	9,77	8,20	8,55
MOY. .	11,9	10,9	12,4	11,6	12,6	11,0	12,5	10,9	12,4	12,5	15,2	14,7	15,8	6,7	6,4	7,6	10,88	10,53	11,88	11,10
MAX. .	15,7	16,6	18,0	17,8	17,1	15,0	19,0	13,6	19,0	18,5	19,2	17,6	19,0	10,3	11,1	12,0	13,49	13,35	14,72	13,68
MIN. .	7,7	6,6	9,0	3,2	9,0	3,5	4,7	5,2	3,5	7,3	10,6	12,0	11,8	1,8	3,1	3,2	7,68	8,36	8,20	8,38

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — NOVEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	9°,3	12°,0	9°,3	6°,9	7°,8	1°,6	8°,6	6°,1	6°,0	9°,9	11°,9	12°,6	12°,0	2°,6	5°,4	1°,6	7°,87	8°,92	7°,75	8°,18
2	11,9	10,5	4,5	4,6	8,9	4,3	10,3	4,0	4,8	10,5	11,8	16,2	11,9	5,2	3,7	4,0	8,28	9,26	7,59	8,31
3	12,2	9,9	4,7	1,7	11,9	2,3	8,7	2,1	4,5	10,1	10,6	15,7	12,2	5,1	2,5	1,7	8,04	8,55	6,81	7,80
4	8,8	7,1	5,4	1,4	13,7	1,8	8,7	2,2	5,0	10,0	12,8	12,7	13,7	3,4	3,3	1,4	7,88	8,33	6,41	7,54
5	5,3	9,3	4,2	2,3	13,3	1,3	11,4	1,2	7,3	10,0	15,0	13,5	13,3	1,8	2,2	1,2	7,72	7,82	6,56	7,37
6	7,7	9,6	2,5	-0,3	13,0	4,3	13,2	2,5	8,3	10,0	16,7	14,2	13,2	-1,1	2,1	-0,3	7,32	8,60	7,08	7,67
7	8,7	9,3	3,1	2,5	14,7	3,0	13,9	3,7	8,0	9,5	15,6	12,4	14,7	0,7	1,5	2,5	7,09	8,61	7,62	7,77
8	10,3	8,5	4,1	6,4	13,6	1,0	11,5	3,7	8,1	8,0	15,1	14,0	13,6	0,1	0,7	1,0	7,01	8,54	7,52	7,69
9	8,2	6,7	7,8	6,0	10,9	2,1	7,5	2,9	7,3	7,1	14,2	14,4	10,9	-0,8	2,3	2,1	6,27	8,32	6,65	7,08
10	7,0	4,3	9,2	7,2	8,5	-0,7	6,0	2,3	5,8	9,0	11,7	11,9	9,2	-0,1	2,2	-0,7	6,65	7,37	5,86	6,63
11	5,4	6,2	8,5	4,5	4,7	2,1	4,1	0,9	7,2	8,3	12,1	9,9	8,5	-1,4	1,4	0,9	6,93	6,34	5,19	6,15
12	6,2	6,1	8,9	4,0	3,8	2,6	1,6	1,1	7,7	6,7	10,1	11,1	8,9	1,3	-1,3	1,1	7,16	6,16	4,87	6,06
13	3,9	4,5	5,5	3,4	7,2	1,5	1,0	2,0	9,0	8,3	10,6	10,3	9,0	0,0	0,4	1,0	5,69	5,93	4,63	5,42
14	1,8	2,3	4,5	4,0	9,1	3,2	1,4	8,5	10,5	8,9	11,2	10,6	10,5	-0,4	-0,4	1,4	5,81	5,87	5,42	5,70
15	2,9	4,0	3,9	2,0	4,9	2,6	3,0	10,3	6.5	8,7	8,9	11,2	10,3	-0,4	0,5	2,0	4,73	6,42	4,88	5,54
16	6,0	8,7	4,1	3,3	3,8	0,0	4,7	7,9	4,5	7,3	10,7	12,2	8,7	0,2	1,7	0,0	5,49	6,46	5,03	5,66
17	7,1	7,0	4,7	2,7	4,9	0,7	1,5	7,0	2,1	5,5	11,4	12,2	7,1	0,8	0,1	0,7	6,04	5,82	4,32	5,39
18	5,7	4,0	5,7	3,3	4,0	-1,2	0,9	5,7	1,1	4,7	12,5	11,4	5,7	-0,2	1,4	-1,2	6,63	6,55	3,39	5,52
19	3,0	1,3	5,1	3,3	2,1	-2,1	0,6	3,9	-1,3	3,1	11,5	10,8	5,1	0,1	-0,1	-2,1	5,60	6,37	1,90	4,62
20	2,8	1,0	2,6	4,9	1,7	-0,3	-0,5	2,5	0,0	-0,4	9,5	11,4	4,9	-0,2	0,9	-0,5	5,30	6,72	1,43	4,48
21	1,9	0,3	1,3	5,5	5,4	0,7	-0,7	2,3	1,9	-0,4	8,6	11,0	5,5	1,5	-0,1	-0,7	5,62	6,52	1,82	4,65
22	3,0	0,3	5,4	5,1	5,5	-1,5	3,2	4,3	6,7	-0,9	11,6	11,4	6,7	3,0	1,0	-1,5	6,51	6,04	2,89	5,15
23	0,7	1,5	5,1	7,3	4,5	-6,2	5,5	5,9	7,2	1,5	9,3	9,9	7,5	2,0	0,8	-6,2	6,27	6,31	3,28	5,29
24	3,5	0,9	5,0	10,5	8,3	-5,3	4,5	5,1	4,2	-1,4	9,1	10,1	10,5	1,2	0,9	-5,3	5,28	5,84	3,53	4,88
25	2,0	1,2	2,4	6,5	7,3	-0,2	2,3	2,9	1,1	-3,9	10,4	12,3	7,3	-2,0	1,9	-3,9	5,32	5,75	2,16	4,41
26	0,9	2,6	-0,7	2,4	5,5	7,0	0,8	3,3	5,2	-1,0	11,0	10,3	7,0	-1,7	1,5	-1,0	4,49	6,58	2,55	4,54
27	1,1	1,2	0,0	0,1	5,2	9,1	5,0	4,5	10,1	2,5	11,8	10,6	10,1	-3,3	-3,7	0,0	4,22	6,56	3,88	4,89
28	0,7	-0,2	4,3	2,5	2,0	10,4	6,0	0,9	6,6	4,3	12,1	9,2	10,4	0,7	-1,7	-0,2	6,15	6,02	3,75	5,31
29	0,4	5,3	3,5	2,1	2,1	9,1	3,8	2,3	6,3	2,7	14,3	9,6	9.1	0,0	-1,8	0,4	7,56	5,02	3,76	5,45
30	0,5	5,9	5,0	0,7	2,1	8,2	3,3	7,9	10,7	4,7	13,7	9,1	10,7	3,0	-2,6	0,5	8,33	3,78	4,90	5,67
Moy.	5,0	5,0	4,6	3,8	7,0	2,0	5,1	4,0	5,7	5,4	11,9	11,7	9,6	0,7	0,9	0,0	6,44	6,85	4,77	6,02
Max.	12,2	12,0	9,3	10,5	14,7	10,4	13,9	10,3	10,7	10,5	16,7	16,2	14,7	5,2	5,4	4,0	8,33	9,26	7,75	8,31
Min.	0,4	-0,2	-0,7	-0,3	1,7	-6,2	-0,7	0,9	-1,3	-3,9	8,6	9,1	4,9	-3,3	-3,7	-6,2	4,22	3,78	1,43	4,41

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR JOUR. — DÉCEMBRE.

JOUR du mois.	3me PÉRIODE DÉCENNALE.										MOYENNE DIURNE la plus élevée.			MOYENNE DIURNE la plus basse.			MOYENNE GÉNÉRALE.			
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1842.	1843 à 1852.	1853 à 1862.	1833 à 1862.
1	0°3	6°4	5°0	- 0°3	2°0	7°1	2°1	8°5	10°2	5°3	12°2	7°4	10°2	5°1	-1°5	- 0°3	8°17	3°38	4°66	5°40
2	0,8	4,7	4,5	- 0,9	8,0	5,8	1,1	4,7	6,3	4,5	11,7	7,5	8,0	4,8	-2,8	- 0,9	8,37	5,40	5,95	5,24
3	1,3	4,9	0,0	- 1,7	8,5	5,7	- 1,3	4,3	2,6	4,7	12,1	8,1	8,5	2,3	-2,6	- 1,7	7,57	3,61	2,90	4,69
4	2,6	8,2	- 3,2	- 1,5	10,1	4,9	- 4,0	6,8	0,8	4,4	11,3	7,9	10,1	2,1	-4,0	- 4,0	7,79	3,80	2,91	4,83
5	2,7	6,0	1,0	- 0,2	8,8	5,0	0,4	6,4	0,6	7,7	10,8	9,7	8,8	1,4	-4,2	- 0,2	6,23	4,60	3,93	4,92
6	3,7	5,3	2,3	6,8	6,7	5,4	4,8	8,0	1,6	8,9	11,0	9,7	8,9	-0,1	-5,5	1,6	5,26	5,38	5,55	5,33
7	2,8	5,5	1,4	12,5	6,4	3,0	5,5	9,4	5,9	10,6	9,9	9,8	12,5	-1,9	-5,9	1,4	4,12	4,70	6,30	5,04
8	2,5	4,1	- 0,3	12,7	6,7	2,8	4,5	9,1	8,9	10,0	8,5	11,2	12,7	-1,0	-7,8	- 0,3	3,81	5,98	6,10	4,63
9	1,3	5,0	- 3,1	12,3	5,2	3,5	3,1	8,0	9,8	6,7	7,8	10,4	12,3	-1,1	-7,8	- 3,1	3,84	3,90	5,18	4,31
10	- 1,3	4,5	- 3,5	12,5	5,7	1,5	0,0	7,4	9,6	6,7	9,5	10,1	12,5	-0,9	-8,0	- 3,5	3,18	4,25	4,11	3,85
11	- 3,5	3,0	- 2,9	10,7	3,6	1,0	- 2,3	5,9	9,0	6,8	7,9	9,8	10,7	-5,2	-7,7	- 3,5	3,10	3,14	3,13	3,12
12	- 0,4	1,4	- 3,3	8,8	4,8	2,1	- 3,0	4,7	8,5	5,9	7,5	9,1	8,8	-4,4	-9,7	- 3,3	3,24	1,88	2,95	2,60
13	2,1	2,9	- 3,0	8,9	4,7	1,6	0,9	3,5	8,9	4,1	8,2	10,4	8,9	-1,0	-5,7	- 3,0	4,33	2,55	3,46	3,45
14	2,9	7,0	- 1,5	7,7	0,9	1,5	0,5	2,0	9,0	4,0	8,2	10,6	9,0	-6,3	-4,6	- 1,5	3,21	3,10	3,40	3,24
15	- 2,1	10,0	2,1	6,3	- 0,6	2,2	- 1,9	1,7	7,8	2,7	6,5	10,6	10,0	-9,0	-2,7	- 2,1	2,30	4,99	2,82	3,37
16	- 3,2	9,7	4,0	2,7	2,7	0,8	- 3,0	1,6	7,3	1,1	8,9	11,3	9,7	-8,4	-1,1	- 3,2	2,98	6,13	2,37	3,85
17	- 3,7	5,2	2,5	- 1,1	6,5	0,2	- 6,6	2,7	6,7	2,3	7,7	10,0	6,7	-8,8	-2,1	- 6,6	3,36	5,58	1,47	3,47
18	- 7,8	2,7	2,0	1,2	6,3	2,9	- 9,3	0,7	7,2	4,0	8,5	8,1	7,2	-6,8	-8,8	- 9,3	3,03	4,31	0,99	2,78
19	- 8,5	1,9	- 4,1	4,1	5,6	6,7	-10,1	- 0,5	5,3	7,4	9,7	9,1	7,4	-4,0	-2,5	-10,1	3,38	4,13	0,78	2,76
20	- 2,7	1,4	- 6,9	4,3	4,0	6,4	- 8,8	- 1,7	1,7	4,8	10,7	6,9	6,4	-4,4	-1,5	- 8,8	3,63	3,56	0,25	2,48
21	- 2,5	3,1	- 9,3	5,3	5,7	4,8	- 4,0	- 1,4	- 0,8	4,4	11,0	8,2	5,7	-6,1	-3,1	- 9,3	4,14	2,14	0,53	2,27
22	- 1,4	6,5	-10,1	6,0	8,4	7,5	1,7	- 3,1	- 1,6	3,3	10,4	7,4	8,4	-7,5	-4,5	-10,1	2,75	0,83	1,72	1,77
23	- 4,3	8,3	- 3,5	5,3	9,0	7,2	3,3	- 3,0	1,7	2,3	11,5	5,0	9,0	-4,2	-4,0	- 4,3	4,23	0,56	2,65	2,48
24	- 0,7	6,0	3,9	3,1	9,0	8,6	4,0	- 1,4	0,9	4,2	12,9	5,5	9,0	-3,9	-3,8	- 1,4	4,61	0,52	3,76	2,96
25	- 5,3	7,3	5,3	- 3,0	6,8	6,5	6,4	- 4,7	- 1,4	6,3	11,5	9,8	7,3	-5,4	-2,6	- 5,3	3,96	1,22	3,02	2,73
26	-12,1	7,4	6,0	2,1	6,0	6,6	6,9	- 4,5	- 1,3	7,0	10,3	10,4	7,4	-5,7	-2,5	-12,1	2,30	2,28	2,41	2,33
27	- 7,1	5,4	7,2	1,7	4,4	6,3	5,7	- 4,1	- 1,3	7,3	10,1	9,7	7,3	-6,0	-3,3	- 7,1	2,47	2,87	2,55	2,63
28	- 4,9	2,5	7,9	- 0,1	5,4	5,1	6,0	- 3,8	0,0	7,5	10,6	10,5	7,9	-7,2	-3,5	- 4,9	2,08	3,13	2,56	2,50
29	- 7,5	2,7	8,4	- 1,7	2,9	4,0	6,3	- 7,0	- 1,0	7,0	7,2	6,9	8,4	-6,0	-5,9	- 7,5	1,93	1,43	1,41	1,59
30	- 7,3	4,2	8,0	2,0	1,5	3,5	9,0	- 3,3	- 3,0	7,1	9,4	7,3	9,0	-6,5	-6,9	- 7,3	3,11	1,44	2,17	2,24
31	- 2,2	5,3	4,8	5,4	1,5	3,6	9,1	1,8	- 0,9	6,5	10,3	8,6	9,1	-6,1	-8,7	- 2,2	3,88	1,61	3,49	2,99
Moy.	- 2,1	5,1	0,7	4,4	5,3	4,3	0,9	1,9	3,8	5,7	9,8	8,9	9,0	-3,6	-4,7	- 4,3	4,08	3,17	3,01	3,42
Max.	3,7	10,0	8,4	12,7	10,1	8,6	9,1	9,4	10,2	10,6	12,9	11,3	12,7	5,1	-1,1	1,6	8,37	6,13	6,30	5,40
Min.	-12,1	1,4	-10,1	-1,7	- 0,6	0,2	-10,1	- 7,0	- 3,0	1,1	6,5	5,0	5,7	-9,0	-9,7	-12,1	1,93	0,52	0,25	1,59

TABLEAU N° 4.

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE JOUR.

3me PÉRIODE DÉCENNALE.

JOUR du mois.	JANVIER.										FÉVRIER.									
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.
1	3°,1	-5°,9	3°,6	-0°,2	5°,8	-1°,3	-0°,6	8°,6	0°,5	-4°,3	2°,2	5°,9	-7°,9	-0°,9	-4°,9	0°,8	1°,2	-0°,8	-1°,4	7°,6
2	4,6	-4,4	4,5	0,4	5,9	-2,9	-0,6	9,0	-2,7	-0,8	1,9	3,6	-13,9	-0,7	-5,1	-3,1	2,5	-0,9	2,3	6,9
3	5,7	-5,2	3,6	5,3	4,3	-2,9	1,0	7,7	-7,4	-2,2	0,0	0,9	-6,0	-1,6	-7,0	-1,3	2,6	-2,9	0,9	6,1
4	4,7	-4,5	4,4	5,2	3,8	-5,5	1,6	7,1	-3,1	-0,3	-0,3	-0,8	1,5	-2,6	-7,7	3,1	0,7	-2,5	-0,5	6,0
5	5,7	-1,4	4,4	4,0	1,0	-9,6	2,7	3,9	-4,7	0,9	-2,5	1,1	1,2	-0,3	-7,0	4,2	0,3	1,0	-1,9	6,4
6	5,4	0,2	5,4	6,2	-3,1	-8,1	-0,9	4,1	-7,5	0,3	-2,2	4,5	-0,6	1,6	-5,9	0,7	-0,3	0,4	2,1	6,0
7	6,8	1,4	6,0	5,8	-5,2	-8,0	-0,9	2,7	-7,2	0,6	-1,9	5,9	-1,7	4,9	-1,4	-0,2	2,0	-1,2	4,3	-1,1
8	6,3	4,5	6,8	6,1	-7,0	-2,7	0,2	1,9	-11,7	1,6	-1,8	3,3	-3,4	6,8	-2,3	-3,4	1,1	0,7	2,5	-6,9
9	6,1	4,3	5,7	4,1	-5,1	3,0	-2,1	2,2	-12,7	2,9	-1,4	0,2	-6,3	6,0	-0,9	-5,1	1,4	0,5	3,9	-7,7
10	6,9	3,5	3,3	3,5	-2,2	3,4	-1,6	1,8	-12,3	7,0	-0,2	-0,8	-11,1	7,6	3,1	-4,9	3,3	-1,8	5,0	-6,5
11	8,0	2,0	-0,7	-0,8	1,4	1,9	1,9	0,8	-8,1	7,9	-1,3	-1,9	-10,6	7,3	4,3	-4,2	4,3	-3,2	-0,8	-2,6
12	7,6	-0,5	-2,2	-2,5	1,5	0,0	3,6	1,2	-7,5	5,7	-1,8	-1,6	-8,0	6,8	1,9	1,0	4,2	-4,1	-3,0	-0,2
13	7,2	-1,4	0,6	-3,7	0,0	-0,2	3,1	1,5	-7,8	3,1	-2,3	-3,2	-9,2	8,5	1,1	2,8	3,8	-5,7	-2,2	-0,4
14	5,5	-0,4	1,3	-5,8	-0,1	-0,1	-0,1	1,7	-8,2	3,6	-5,4	-6,6	-9,9	7,1	1,1	2,3	4,1	-7,9	0,8	-2,2
15	4,5	0,1	0,5	-4,5	1,7	0,7	-0,2	1,7	-9,8	2,5	-3,2	-3,2	-9,0	4,8	-1,5	-0,1	3,0	-6,1	1,5	-1,5
16	5,4	4,3	0,2	0,1	1,6	3,4	-1,1	5,3	-12,5	-3,3	-4,3	-2,4	-10,0	2,3	1,0	-0,6	5,0	-2,0	2,9	-1,9
17	5,2	4,7	-7,1	1,6	1,4	2,0	-0,8	2,3	-8,4	-6,2	-4,9	-2,6	-14,4	1,7	2,2	-2,1	6,4	-2,8	4,8	0,3
18	4,1	3,4	-8,4	3,9	1,9	0,0	2,7	-0,6	-2,7	-8,7	-4,8	-1,3	-14,9	-2,1	3,7	-6,0	5,4	-3,0	4,0	4,2
19	3,4	0,3	-10,7	4,9	4,4	2,2	5,6	1,8	-3,4	-9,7	-7,2	-0,7	-12,9	0,4	3,9	-6,2	1,5	0,2	4,9	5,7
20	3,6	1,8	-10,3	6,2	3,0	4,5	4,8	3,2	-3,2	-7,0	-6,3	-0,6	-10,8	-0,6	3,7	-5,2	1,3	-3,3	5,6	8,3
21	4,3	3,5	-11,0	7,1	2,3	3,0	4,0	4,3	-1,1	-5,0	-2,9	-1,3	-11,8	-2,9	3,7	-5,9	3,1	-1,8	5,1	5,7
22	2,7	0,5	-7,5	6,7	-0,3	-0,9	2,6	1,8	-0,5	-0,4	-2,1	-2,3	-7,3	-5,1	3,8	-3,8	2,3	-2,9	5,9	5,1
23	-0,4	1,3	-5,0	4,0	-0,5	-0,6	2,7	1,2	-0,6	1,0	-2,3	-1,1	-8,5	-0,7	2,9	-1,9	1,6	-7,2	7,6	5,5
24	0,1	0,0	-5,9	6,3	-0,4	1,0	0,2	2,0	-1,9	2,8	-3,5	-0,4	-4,8	0,4	0,7	-3,2	0,7	-7,4	7,1	3,6
25	-0,9	0,4	-6,2	5,8	-0,3	1,4	3,1	1,7	1,2	3,8	-2,4	2,7	-1,2	1,6	0,0	-6,3	2,1	-5,7	3,7	-0,1
26	-1,7	2,2	-6,4	2,5	-1,6	-2,7	4,8	-0,3	4,6	2,2	-3,6	1,3	0,6	1,2	2,4	-7,5	0,7	-1,4	3,5	-2,0
27	-2,1	1,0	-4,1	2,6	-2,0	-3,4	2,6	2,1	3,5	-1,2	-3,2	-0,7	-1,2	3,1	2,2	-6,3	4,3	1,5	1,9	-3,0
28	-1,9	1,5	-7,4	0,5	-4,5	-2,9	4,3	1,7	3,1	-0,9	-5,1	0,3	-1,2	3,1	1,1	-6,1	2,0	-0,8	1,7	-3,3
29	0,9	1,6	-8,0	0,0	-5,2	-1,7	3,4	0,4	1,0	1,3	»	»	»	2,7	»	»	»	1,3	»	»
30	1,6	4,3	-10,4	-2,7	-5,8	0,0	5,3	1,5	0,6	4,8										
31	1,0	6,5	-9,3	-1,3	-5,1	1,3	3,0	1,1	1,0	6,1										
Moy. . .	3,7	1,0	-2,3	2,4	-0,3	-0,8	1,8	2,7	-4,2	0,3	-2,7	-0,1	-6,9	2,1	0,0	-2,4	2,5	-2,4	2,6	1,4
Max. . .	8,0	6,5	6,8	7,1	5,9	4,5	5,6	9,0	4,6	7,9	2,2	5,9	1,5	8,5	4,3	4,2	6,4	1,5	7,6	8,3
Min. . .	-2,1	-5,9	-11,0	-5,8	-7,0	-9,6	-2,1	-0,6	-12,7	-9,7	-7,2	-6,6	-14,9	-5,1	-7,7	-7,5	-0,3	-7,9	-3,0	-7,7

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE JOUR.

3me PÉRIODE DÉCENNALE.

JOUR du mois.	MARS.										AVRIL.									
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.
1	-5°,7	0°,4	2°,6	2°,0	2°,5	-4°,4	1°,1	-0°,8	2°,6	-1°,9	2°,1	-0°,7	-5°,9	-1°,1	0°,4	4°,8	-5°,3	1°,1	2°,5	1°,6
2	-5,8	-0,5	1,0	2,2	4,1	-4,9	1,8	-0,9	3,1	-4,5	-0,2	1,6	-3,2	2,1	1,7	-3,8	-3,9	0,4	1,3	3,0
3	-5,6	0,4	2,8	0,2	0,0	-4,4	2,4	-0,1	3,8	-3,4	-0,2	2,4	-3,3	4,5	1,4	-0,4	-0,7	-1,5	0,6	4,3
4	-5,1	0,6	0,3	-0,9	1,1	-6,0	4,6	1,6	1,6	-3,4	1,5	-0,9	-2,1	4,3	2,3	1,9	2,5	-1,5	0,7	3,7
5	-2,7	0,5	-0,5	-0,8	0,0	-4,3	6,4	1,1	-0,3	-3,9	2,5	-0,1	-3,1	0,0	4,3	-3,8	3,2	0,8	-0,4	3,2
6	-0,5	-2,3	0,4	-0,2	2,1	-5,6	4,6	-0,7	1,6	0,5	2,6	1,1	-5,2	2,2	6,3	-2,4	4,8	1,8	0,0	4,0
7	0,6	-0,8	-0,5	-2,9	2,9	-5,7	5,4	-1,8	3,1	6,6	3,3	2,0	0,4	-1,0	4,1	-3,6	6,5	3,1	-2,1	4,8
8	1,5	2,1	-2,1	-3,7	2,5	-3,6	6,4	-3,5	0,9	6,2	-0,9	1,8	-0,6	-0,7	2,5	-0,2	7,7	2,1	-1,9	5,2
9	1,9	4,9	-3,8	1,1	-0,1	-3,7	0,9	-4,9	5,0	8,0	-1,3	2,7	-1,4	1,5	4,1	-1,6	6,0	2,4	-2,2	4,1
10	1,0	7,2	-4,4	2,3	-3,0	-2,4	-1,6	-5,6	2,2	6,4	-3,1	2,7	0,9	2,0	5,2	-1,3	4,1	-1,7	-4,1	4,7
11	0,5	5,8	-4,7	-0,2	-4,8	-2,9	1,8	-4,8	4,2	5,0	0,2	2,1	-1,1	3,3	4,5	-2,2	2,8	-2,5	-1,6	2,9
12	1,3	4,5	-3,5	-2,6	-3,6	-3,4	7,5	-4,4	0,3	6,9	1,7	3,5	0,1	5,1	1,2	-2,0	1,9	-3,7	1,0	-0,6
13	2,9	5,5	-3,0	-4,0	-2,5	-3,3	6,3	-3,0	-0,6	6,3	-1,4	2,6	3,2	5,8	-1,0	-3,7	-0,2	-2,1	0,5	-4,2
14	5,3	5,9	-4,3	-3,8	-1,7	-1,5	6,1	-2,5	-1,9	5,2	-4,2	2,1	5,1	5,7	-3,7	-3,6	-1,8	-0,9	2,1	-4,1
15	0,5	6,4	-4,5	-3,4	3,2	-0,9	5,2	-2,5	-1,1	4,1	-3,9	7,3	2,1	1,5	-3,4	2,3	0,0	-1,7	-0,8	-4,3
16	0,2	3,7	-1,6	-2,1	-0,3	1,3	1,0	-3,3	-1,4	2,5	-1,4	6,3	2,8	-1,8	-2,3	7,6	-4,2	0,7	-0,6	-3,4
17	-6,6	3,9	0,5	0,1	-0,1	2,6	3,1	-2,1	-0,9	4,5	0,7	2,0	4,8	-3,6	-0,2	9,2	-4,8	-0,6	0,9	-0,7
18	-10,0	0,9	1,5	1,7	5,1	1,8	4,1	1,2	-0,9	3,2	2,5	2,3	1,8	-1,2	1,7	2,6	-4,0	-1,7	0,8	0,0
19	-9,7	-0,6	0,6	5,1	7,2	3,1	0,9	0,0	-1,0	4,0	0,5	3,8	-0,7	-0,9	4,6	0,5	-3,3	-4,7	-2,3	2,9
20	-8,6	-2,5	2,0	3,6	4,7	3,3	0,0	1,7	-0,1	2,0	2,7	6,3	1,1	-4,3	4,7	3,9	-2,7	-5,7	-4,3	3,8
21	-4,1	-3,1	1,4	0,4	-1,4	0,8	2,1	1,7	0,1	2,8	-2,8	8,2	-1,9	-2,5	4,1	4,1	-0,6	-5,3	-3,9	3,1
22	-5,0	-2,6	3,6	1,3	-4,6	1,2	0,0	0,2	-1,2	0,5	0,0	5,2	-4,9	-1,1	0,5	3,5	-3,4	-5,2	-1,4	4,1
23	-5,9	-0,4	2,9	-0,5	-2,9	1,9	-1,0	-1,4	-0,4	-3,4	-0,4	3,5	-5,5	-0,7	-2,7	2,6	-3,3	-4,7	-3,3	5,9
24	-7,9	-0,3	-2,5	-0,8	-2,9	3,6	2,0	0,3	3,4	5,0	-3,0	-3,5	-1,1	-0,3	-4,4	4,5	-2,3	-3,2	-2,7	1,2
25	-7,4	-0,5	-4,2	-1,3	0,4	4,7	3,0	-1,3	5,2	8,0	-1,8	-6,2	-0,9	3,6	-5,0	4,2	1,8	-1,1	-0,9	7,0
26	-6,5	0,9	-5,4	-0,5	0,7	-2,4	2,8	-0,6	4,5	8,3	-4,9	-2,5	-2,5	5,0	-6,5	1,5	1,3	-1,3	0,3	7,8
27	-7,0	0,0	-4,2	-2,0	0,4	-1,1	3,9	-1,6	5,8	8,9	-3,7	-2,3	-0,7	4,2	-6,9	1,9	1,6	-2,1	-1,9	7,8
28	-6,5	-1,0	-4,8	-3,1	0,0	0,1	2,9	0,1	5,7	8,8	-2,8	-3,0	-1,3	2,9	-4,7	-1,6	2,1	-2,6	-4,2	2,1
29	-6,6	2,3	-4,3	-5,0	-0,5	-1,3	5,6	2,2	6,2	7,3	-0,6	-3,0	-1,5	-1,3	-4,1	0,5	5,5	-1,6	-3,1	1,9
30	-5,2	1,8	-5,1	-6,7	1,9	3,6	2,6	-0,1	0,5	4,1	2,6	-6,0	-2,9	-1,8	-3,7	2,2	1,5	0,2	-4,0	2,2
31	0,0	1,1	-5,1	-5,0	0,8	5,0	-3,0	0,8	2,2	2,4										
MOY. . .	-3,4	1,4	-1,6	-1,0	0,4	-0,9	2,9	-1,1	1,6	3,5	-0,5	1,4	-0,9	1,0	0,2	0,9	0,4	-1,4	-1,2	2,5
MAX. . .	5,3	7,2	3,6	5,1	7,2	5,0	7,5	2,2	6,2	8,9	3,3	8,2	5,1	5,8	6,3	9,2	7,7	3,1	2,3	7,8
MIN. . .	-10,0	-3,1	-5,4	-6,7	-4,8	-6,0	-3,0	-5,6	-1,9	-4,3	-4,9	-6,2	-5,9	-4,3	-6,9	-3,8	-5,3	-5,7	-4,3	-4,5

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE JOUR.

3me PÉRIODE DÉCENNALE.

JOUR du mois.	MAI. 1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	JUIN. 1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.
1	0°,8	-2°,0	-1°,1	-2°,3	-2°,8	-2°,8	-1°,4	1°,7	-1°,2	5°,5	1°,1	-1°,4	-0°,9	-3°,2	-3°,0	4°,8	3°,6	-1°,0	-0°,6	0°,9
2	0,0	0,5	-1,6	-5,0	-4,0	-3,4	-2,4	1,6	-1,9	8,4	-0,2	-0,6	-2,4	0,9	-2,8	4,0	4,2	-1,8	-1,0	-0,2
3	2,3	2,8	-2,1	-6,4	-2,9	-3,6	-1,0	1,1	-4,1	1,7	-0,5	-2,9	0,0	1,6	-0,9	7,3	3,7	-1,5	-3,1	0,5
4	3,2	2,6	-0,3	-5,7	-2,9	-3,1	1,0	-0,2	-4,2	5,6	-3,7	-5,5	-1,4	3,3	0,9	9,4	1,7	-1,3	-2,5	1,8
5	0,8	-0,8	-5,7	-5,9	-4,8	-3,5	0,3	0,0	-5,9	8,1	-1,9	-4,5	0,8	3,3	3,1	5,1	3,9	-2,7	-0,2	0,8
6	-0,2	-1,1	-5,0	-5,7	-4,9	-1,1	-1,9	-3,5	-4,8	7,6	-2,8	-4,0	3,2	-3,7	4,3	7,0	4,0	-3,5	-1,7	1,9
7	-2,0	-0,3	-0,5	-3,5	-4,9	-4,1	-0,2	-3,5	-4,1	8,6	-1,2	-4,4	5,9	-4,3	6,6	3,3	2,9	-2,0	-2,3	4,2
8	-6,0	0,2	-2,0	-1,2	-3,9	-5,4	3,7	1,5	-5,9	5,3	-0,9	-4,6	2,9	-1,2	5,4	3,8	3,1	-2,8	-3,4	3,5
9	-5,2	-2,2	-5,7	-1,5	-1,9	-4,6	1,8	1,8	-3,8	3,8	0,1	-4,4	0,4	-0,6	-0,6	7,2	3,8	-1,8	-2,0	1,4
10	-4,7	-1,0	-3,5	0,5	1,8	-1,9	-1,2	-0,1	-2,5	0,5	1,1	-3,2	0,5	0,8	-1,2	7,1	4,4	-1,1	0,1	-3,9
11	-6,3	-1,9	-1,8	2,2	3,3	-1,3	0,2	5,7	1,2	-0,3	2,4	-3,3	0,0	-0,4	-2,0	3,5	2,8	-3,7	-2,1	0,2
12	-3,0	-0,3	-4,3	2,9	2,8	-0,6	0,0	3,8	3,0	-0,9	1,7	-1,0	0,4	1,1	-4,6	2,2	2,8	-0,2	-0,6	-0,8
13	-0,6	0,2	-6,3	2,2	3,0	-5,7	-1,8	4,0	3,0	-1,0	0,2	-1,9	3,2	3,1	-6,1	3,3	-0,2	0,0	0,3	-1,3
14	-0,4	1,0	-2,3	-1,0	0,9	-2,1	-1,8	1,0	-3,4	0,8	1,2	-2,0	3,2	2,3	-5,7	6,0	0,3	-1,1	2,4	-3,6
15	0,0	-0,4	-1,5	-0,5	1,5	1,3	0,3	3,2	-2,9	1,7	-0,3	-1,1	-2,8	-2,2	-5,1	9,2	-3,9	-2,6	4,6	-3,0
16	2,4	-0,6	-3,2	-0,9	3,1	1,7	-0,4	3,0	-0,7	2,0	0,9	0,2	-3,7	-2,5	-2,6	10,0	-1,9	-2,1	4,0	-2,5
17	1,6	-2,2	-4,3	-1,8	2,6	-0,4	1,5	2,4	-0,1	0,9	1,4	0,3	-4,5	-1,0	-1,3	8,4	-4,4	-1,9	3,7	-2,1
18	0,7	-0,4	-4,4	-1,2	3,1	2,5	0,5	5,1	-4,1	1,7	2,4	0,6	-6,0	-1,0	0,3	5,3	-2,7	-2,9	1,2	-3,9
19	1,2	0,4	-2,4	-0,5	4,1	1,2	0,3	6,5	-4,5	1,2	2,9	-1,3	-4,4	-1,5	1,7	0,1	-0,1	-2,5	2,0	-3,2
20	0,3	-3,2	-0,7	-1,2	3,1	-1,1	1,6	1,8	-3,7	4,5	1,3	0,5	-6,0	-1,7	4,5	2,9	-0,8	-0,6	5,0	-3,2
21	-1,5	-2,0	-1,6	-1,0	7,0	0,1	1,7	1,3	0,5	4,4	-3,4	-3,8	-6,3	-2,9	5,5	2,2	-0,2	-0,9	5,6	-4,3
22	-1,1	1,2	-1,5	2,4	7,5	4,2	1,1	0,1	1,8	-1,6	-2,8	-1,3	-3,3	-3,3	2,1	-0,1	-4,0	-2,4	5,4	-4,0
23	-0,5	1,9	-2,2	0,1	5,7	1,7	-0,6	2,1	0,3	-1,1	0,8	-0,5	-3,0	-1,6	2,0	0,5	1,0	-1,3	4,6	-3,8
24	1,3	-0,7	-0,4	-0,8	4,9	-0,9	-2,1	2,6	1,7	2,6	1,2	-0,6	-4,6	-2,6	2,2	3,2	-0,8	3,2	2,8	-4,2
25	1,5	-0,5	4,2	-0,6	0,6	-2,1	2,2	0,4	-2,5	2,8	2,0	1,9	-1,8	0,4	2,5	0,0	-1,8	4,6	1,9	-1,1
26	4,9	-1,8	6,4	-0,8	2,6	-3,4	0,9	1,0	-0,1	-0,7	-2,9	4,2	-1,7	2,0	3,3	-1,3	3,1	0,0	2,2	-3,1
27	6,0	-3,1	4,3	0,7	1,4	-3,1	2,0	-1,1	0,7	0,1	-1,5	0,2	0,5	1,9	4,1	2,1	5,6	-2,8	0,8	-1,7
28	3,7	-2,2	4,0	1,8	0,1	-0,3	4,7	-4,1	1,3	-0,4	2,9	-0,3	1,2	5,6	6,5	-2,1	5,9	0,5	0,3	-4,4
29	-0,3	-1,0	-3,1	1,8	1,4	-2,7	3,7	-5,3	2,4	2,6	5,0	-1,2	0,1	2,4	7,3	-0,5	5,6	-1,9	-1,0	-3,4
30	-2,5	-1,2	-5,1	-0,1	2,9	1,0	4,4	-3,4	3,4	4,0	1,5	-1,1	4,4	-0,3	2,1	-1,1	-0,7	-1,7	-0,1	-1,0
31	-0,1	-1,4	-2,6	-3,4	-1,2	4,6	3,4	-2,6	0,5	4,3										
Moy. . .	-0,1	-0,6	-1,8	-1,2	0,9	-1,3	0,7	0,9	-1,3	2,7	0,3	-1,3	-0,9	-0,2	0,9	3,8	1,4	-1,3	0,9	-1,5
Max. . .	6,0	2,8	6,4	2,9	7,5	4,6	4,7	6,5	3,4	8,6	5,0	4,2	3,9	5,6	7,3	10,0	5,9	4,6	5,6	4,2
Min. . .	-6,3	-3,2	-6,3	-6,4	-4,9	-5,7	-2,4	-5,3	-5,9	-1,6	-3,7	-4,6	-6,3	-4,3	-6,1	-2,1	-4,4	-3,7	-3,4	-4,4

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE JOUR.

3me PÉRIODE DÉCENNALE.

JOUR du mois.	JUILLET.										AOÛT.									
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.
1	1°,4	-1°,3	3°,5	-0°,7	2°,0	1°,2	0°,9	-3°,5	-1°,3	-2°,7	0°,9	1°,9	2°,5	4°,5	2°,0	-3°,1	2°,3	-3°,2	-0°,2	-0°,2
2	-1,0	-2,1	3,5	-3,8	2,2	-2,0	2,9	-0,4	0,5	-1,3	2,0	-0,5	2,3	5,3	2,6	-3,9	-0,3	-1,5	1,7	1,6
3	-2,3	-1,7	3,2	-4,9	0,3	-3,5	5,6	-0,4	-2,8	-3,0	-1,2	0,1	3,4	4,3	3,3	-2,1	1,0	-2,8	2,6	2,6
4	-1,8	1,2	-0,4	-5,4	1,2	-3,7	7,7	-0,7	-2,6	-2,4	-0,3	-2,7	1,0	4,2	7,8	1,4	2,5	-1,7	-1,2	-1,0
5	0,6	-2,0	-3,0	-3,4	2,3	-3,6	1,5	-2,8	0,4	-1,2	-1,2	-3,1	-1,7	2,1	7,9	0,6	1,7	-2,7	0,8	0,8
6	0,7	-4,1	-3,5	-0,8	3,7	-3,5	3,3	-3,2	-1,3	1,4	-2,1	-1,9	-1,6	-0,1	2,2	-0,6	-0,9	-1,4	2,2	1,4
7	1,3	-1,9	-2,9	-0,9	-2,4	-2,9	2,8	-4,4	-0,7	-0,5	-1,7	-0,7	0,7	0,2	3,2	-1,5	1,1	-1,7	-0,1	-0,1
8	6,3	-3,0	-1,0	-1,6	-4,0	-2,5	4,7	-3,4	-1,3	-2,0	-0,2	-1,0	0,5	3,2	-0,1	-1,9	4,5	-3,9	3,0	-2,1
9	8,1	-2,0	1,0	-5,5	-2,3	-1,9	3,3	-3,6	-1,0	-0,5	-0,9	-1,1	-0,2	4,1	-1,4	-0,7	5,8	-2,3	0,9	-2,6
10	6,4	-1,0	4,2	-3,8	-0,7	-0,8	2,9	-2,8	-1,6	1,6	-0,5	2,5	-1,5	4,5	-1,2	3,7	-0,7	-3,7	2,2	-2,7
11	0,8	-1,6	2,6	-3,0	-0,6	-2,1	1,3	-0,8	-0,9	-2,4	-0,7	1,2	-1,4	5,8	0,8	4,2	-0,6	-3,6	0,3	-2,0
12	1,9	-2,6	-0,1	-1,4	0,2	-1,9	3,6	-0,1	1,0	-4,7	-1,4	-2,2	-1,0	4,6	1,7	3,9	1,0	-2,8	4,1	-2,1
13	0,3	-2,3	-0,3	-1,5	1,1	-1,5	6,3	-0,5	2,7	-2,3	-0,6	0,1	0,2	3,2	1,7	6,1	2,4	-3,0	6,3	-1,0
14	1,5	-3,9	1,9	-2,5	3,5	-0,1	5,7	-0,8	-0,7	-0,9	0,0	2,0	-3,0	4,9	4,3	4,2	2,6	-2,6	1,0	-0,1
15	-0,5	-2,0	2,7	-0,1	5,3	3,8	-0,8	1,3	-0,3	1,5	0,0	2,2	-2,0	1,7	2,8	3,6	1,0	-1,3	2,7	0,8
16	-2,0	-0,6	1,3	1,7	6,1	6,7	1,9	1,9	-0,3	-1,5	-0,6	-2,0	-0,5	0,5	2,5	-0,9	-1,7	0,9	4,1	1,2
17	-1,8	-1,0	-0,9	-2,8	1,4	5,9	1,8	2,7	-0,6	-4,0	-0,8	-3,8	-0,7	2,6	3,0	1,6	-1,4	0,2	2,8	-0,3
18	-1,5	-0,5	-2,7	-2,8	-0,3	2,2	5,1	-1,1	0,1	-1,7	-1,5	-4,2	-1,2	3,2	0,6	5,0	-0,8	-3,6	-1,0	1,0
19	-1,4	-1,3	-0,9	-0,2	1,5	4,2	7,1	-0,9	-0,1	-0,3	-0,1	-3,4	1,3	-0,1	-0,5	6,6	0,3	-3,1	0,9	-0,9
20	-0,9	1,6	-0,7	-0,3	4,1	-0,7	6,1	-2,7	-0,1	1,1	2,9	-1,3	1,7	-0,4	1,5	0,9	1,1	-1,6	-1,1	-1,1
21	-0,1	5,0	-1,9	-3,4	3,5	2,0	6,3	-2,1	2,4	-0,6	2,8	1,1	1,9	0,8	2,0	-2,3	2,6	-2,4	-2,5	-0,4
22	0,5	4,2	-2,7	0,6	2,3	-2,0	6,4	-0,8	2,6	-2,7	2,7	3,3	0,2	-0,1	2,5	-2,4	0,6	-2,8	-1,8	2,2
23	2,1	4,8	-1,1	1,3	0,1	0,6	3,9	-2,8	2,1	-1,6	2,0	-0,9	-0,2	-1,2	5,3	-1,2	-0,1	-3,3	0,4	-0,8
24	0,0	5,4	0,0	4,1	1,4	0,3	-1,3	-1,9	-1,6	-1,7	2,1	0,1	3,9	-3,1	6,6	1,5	1,7	-2,6	-0,6	-1,2
25	2,6	7,5	1,7	3,6	5,0	0,6	-1,9	-2,3	2,6	1,0	0,6	0,1	4,6	-1,0	7,0	2,6	4,9	-0,4	-1,6	-1,3
26	-0,1	6,9	-0,9	-0,9	5,3	-1,1	-1,3	-4,6	3,1	0,7	0,7	-2,7	2,2	1,2	5,4	-3,8	7,4	-0,7	-1,6	-1,8
27	1,9	2,5	-0,2	-0,5	2,7	-1,0	1,1	-4,8	0,1	3,3	0,7	-1,9	-1,2	-1,3	4,9	-3,6	5,2	-1,1	0,6	1,0
28	3,4	-1,7	-0,9	0,7	3,5	0,5	2,9	-3,5	-1,5	2,1	-2,5	0,7	2,0	0,1	2,5	-3,3	2,8	-2,5	0,7	0,2
29	1,8	-2,3	-0,9	0,5	1,5	-3,3	3,3	-2,5	-2,7	1,1	-2,8	0,9	4,2	0,7	1,4	-3,9	0,9	-0,8	2,6	-1,8
30	0,1	-0,9	-0,3	1,3	2,6	-2,4	2,6	-2,7	0,1	-0,1	-2,7	0,8	0,5	-0,9	0,8	-1,3	1,5	0,0	1,9	-1,8
31	-2,3	2,9	0,6	3,6	3,0	-3,7	3,5	-3,4	0,6	-2,9	-1,5	2,6	1,6	0,4	3,6	-2,3	-3,3	0,7	0,6	0,0
Moy. . .	0,8	0,1	0,0	-1,1	1,8	-0,5	3,2	-1,9	-0,1	-0,9	-0,2	-0,4	0,6	1,7	2,8	0,2	1,5	-2,0	1,0	-0,4
Max. . .	8,1	7,5	4,2	4,1	6,1	6,7	7,7	2,7	3,1	3,3	2,9	3,3	4,6	5,8	7,9	6,6	7,4	0,9	6,3	2,6
Min. . .	-2,3	-4,1	-3,5	-5,5	-4,0	-3,7	-1,9	-4,8	-2,8	-4,7	-2,8	-4,2	-3,0	-3,1	-1,4	-3,9	-3,3	-3,9	-2,5	-2,7

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE JOUR.

3me PÉRIODE DÉCENNALE.

JOUR du mois.	SEPTEMBRE.										OCTOBRE.									
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.
1	-0°,3	1°,4	2°,6	2°,2	5°,8	-2°,4	-2°,9	-0°,8	-0°,9	-0°,3	0°,1	-1°,0	4°,6	-1°,4	1°,4	1°,3	2°,6	-0°,9	3°,8	2°,7
2	0,7	-2,6	0,1	-2,2	4,7	0,3	-1,7	-1,7	2,0	2,2	-1,9	-1,6	0,4	-1,1	3,0	-0,5	4,2	-1,4	5,0	-1,0
3	-0,7	-1,5	-0,8	-3,5	-0,7	1,5	1,3	-1,5	3,4	1,0	-3,0	2,7	1,0	-0,3	1,7	0,5	2,2	-0,6	4,2	1,5
4	-0,5	-0,3	0,3	-4,3	1,1	3,3	-0,7	-2,9	2,4	-0,9	-5,6	-0,2	3,2	2,7	2,8	-0,4	4,3	-1,9	0,7	3,0
5	-0,5	0,5	1,1	-3,7	2,4	3,3	-1,0	-3,4	1,9	-0,8	-4,0	1,6	2,3	3,5	3,6	0,8	5,5	-3,5	0,9	2,4
6	-1,7	-0,8	-1,7	-2,8	2,2	0,2	-1,7	-0,3	3,5	-1,3	-1,7	3,3	2,5	4,5	-1,7	-2,8	5,5	0,3	2,2	-0,3
7	-0,5	-1,0	-3,7	0,3	1,9	-0,7	0,4	-0,7	3,0	-0,4	-0,8	0,4	2,9	2,7	-1,3	-1,9	4,9	-0,2	3,3	3,0
8	-1,6	-0,8	-4,1	0,8	3,9	0,2	0,1	0,0	-1,4	0,4	0,8	-4,2	2,0	4,2	0,1	0,3	4,6	0,4	5,0	1,4
9	-0,1	-3,6	-3,5	1,3	3,7	-0,7	1,3	-1,8	0,0	1,0	0,8	0,6	0,5	3,6	0,8	-3,5	1,2	-2,5	6,5	-0,2
10	0,0	-2,3	-2,3	0,5	2,5	0,1	1,0	-4,2	1,5	1,3	-2,3	3,7	-0,9	1,4	0,9	-3,6	2,0	-4,2	5,9	-0,1
11	2,3	-3,0	-3,7	1,5	2,7	1,4	-2,0	-4,7	-1,8	0,6	0,3	2,7	-3,0	2,9	0,0	-1,1	1,9	-3,3	6,6	3,0
12	1,3	-0,7	-1,9	1,4	1,9	3,6	-1,4	-4,6	-1,6	-1,8	0,7	0,9	0,9	2,8	1,8	-1,6	2,7	-4,7	4,4	2,4
13	2,8	4,4	-0,7	0,6	2,6	3,9	0,0	-3,6	0,3	-1,1	0,6	-1,6	1,9	4,3	0,6	-1,4	3,1	-5,7	2,4	4,1
14	3,3	4,9	1,5	0,2	2,7	4,7	-0,3	-0,1	1,7	-0,8	1,4	-1,8	1,6	3,4	-0,3	1,6	1,6	-2,2	3,8	4,4
15	1,1	3,1	-1,5	-0,1	3,4	4,5	-3,6	0,2	-1,2	1,6	1,8	-3,5	0,7	2,3	0,8	2,1	2,1	-2,8	1,4	6,9
16	2,5	4,4	-1,2	0,8	3,6	1,6	-1,6	-0,4	-1,5	2,5	0,5	-1,1	-0,5	2,4	0,3	1,7	5,5	1,0	1,4	6,3
17	0,3	4,5	0,1	-1,8	2,3	4,3	-2,1	-0,1	-2,7	1,2	-0,6	-0,4	-0,1	2,8	1,0	3,6	3,8	0,2	2,2	0,6
18	-0,2	3,0	1,8	-0,3	3,7	6,1	-2,6	1,7	-2,6	0,0	-0,1	-0,8	0,4	1,0	2,2	3,6	3,5	-1,0	-1,8	0,4
19	1,5	2,3	1,0	-2,9	3,2	2,7	-1,3	-2,5	-1,7	-0,1	-1,8	-1,5	0,8	0,1	4,1	4,3	3,0	1,3	-1,8	-1,0
20	0,3	3,8	1,2	-3,8	-0,3	2,1	-1,0	-0,4	-0,8	-0,7	1,1	-1,6	0,7	-1,4	3,1	2,2	2,3	1,9	-1,1	0,5
21	0,1	2,5	1,9	-3,1	-1,5	1,3	-0,4	-0,6	0,8	0,8	0,9	-0,9	1,8	0,5	2,6	1,2	0,6	-0,3	-1,7	-1,4
22	1,5	-0,8	1,2	-2,3	1,5	2,5	-0,5	0,8	0,7	0,4	3,1	-0,2	3,9	0,4	2,9	0,1	-3,9	-0,9	4,5	-0,4
23	1,5	-3,0	2,6	-1,1	-1,3	7,0	-0,3	2,0	-0,1	-3,7	2,8	-0,6	2,8	-1,3	-0,3	-0,9	-3,5	-0,4	2,8	0,7
24	0,4	-0,3	4,2	-1,6	-0,2	4,6	4,4	0,1	-0,4	-0,8	2,1	-2,0	2,5	1,3	-1,2	1,5	-5,0	1,9	0,0	-0,6
25	-2,7	-0,6	-1,9	-0,6	2,6	-0,1	6,2	0,2	-0,2	3,3	4,0	0,6	-0,5	-2,1	1,6	1,1	-4,0	3,3	0,4	-2,5
26	-3,0	-2,7	-4,9	-2,0	4,6	0,6	6,6	-1,9	-0,2	1,6	5,3	0,3	1,6	-4,4	3,6	-1,4	0,0	3,7	-0,9	-0,7
27	-4,0	-1,7	-2,0	-1,3	2,9	1,7	5,5	-2,0	-2,3	3,9	6,5	-1,4	2,1	-5,0	3,7	-0,3	-1,5	3,9	-3,8	0,0
28	-0,5	-1,9	2,3	-0,9	3,4	0,1	4,9	-0,1	-2,1	4,6	6,8	-2,3	1,1	-5,7	2,2	-0,2	-2,4	4,7	-5,4	1,6
29	1,0	-0,5	4,3	-0,3	1,9	0,2	4,6	0,0	1,1	6,0	6,0	-1,1	0,9	-4,3	3,1	-0,5	-0,1	4,6	-2,3	2,0
30	0,0	0,6	4,4	0,3	-0,2	5,3	0,6	-0,4	2,2	5,3	3,6	2,6	1,6	-2,9	2,7	-3,0	-1,7	3,0	-3,4	1,8
31											0,7	3,2	0,8	-1,3	1,2	-5,1	-0,8	-0,3	-4,9	2,5
Moy. . .	0,1	0,2	-0,1	-1,0	2,2	2,1	0,4	-1,1	0,1	0,8	0,8	-0,2	1,3	0,3	1,5	-0,1	1,4	-0,2	1,3	1,4
Max. . .	3,3	4,9	4,4	2,2	5,8	7,0	6,6	2,0	3,5	6,0	6,8	3,7	4,6	4,5	4,1	4,3	5,5	4,7	6,6	6,9
Min. . .	-4,0	-3,6	-4,9	-4,3	-1,5	-2,4	-3,6	-4,7	-2,7	-3,7	-5,6	-4,2	-3,0	-5,7	-1,7	-5,1	-5,5	-5,7	-5,4	-2,5

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE JOUR.

3me PÉRIODE DÉCENNALE.

JOUR du mois.	NOVEMBRE.										DÉCEMBRE.									
	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.
1	1°,1	5°,8	1°,1	-1°,3	-0°,4	- 6°,6	0°,4	-2°,1	-2°,2	1°,7	- 5°,1	1°,0	- 0°,4	-5°,7	-3°,4	1°,7	- 3°,3	5°,1	4°,8	-0°,1
2	3,6	2,2	-4,0	-3,7	0,6	- 4,0	2,0	-4,3	-3,5	2,0	- 4,4	-0,5	- 0,7	-6,1	2,8	0,6	- 4,1	-0,5	1,1	-0,7
3	4,4	2,1	-3,1	-6,1	4,1	- 5,5	0,9	-5,7	-3,3	2,3	- 3,4	0,2	- 4,7	-6,4	3,8	1,0	- 6,0	-0,4	-2,1	0,0
4	1,3	-0,4	-2,1	-6,1	6,2	- 3,7	1,2	-5,3	-2,5	2,5	- 2,2	3,4	- 8,0	-6,3	5,3	0,1	- 8,8	2,0	-4,0	-0,4
5	-2,1	1,9	-3,2	-5,1	5,9	- 6,1	4,0	-6,2	-0,1	2,6	- 2,2	1,1	- 3,0	-5,1	3,9	0,1	- 4,5	1,5	-4,3	2,8
6	0,0	1,9	-5,2	-8,0	5,3	- 5,4	5,5	-5,2	0,6	2,3	- 1,6	0,0	- 3,0	1,5	1,4	0,1	- 0,5	2,7	-3,7	3,6
7	0,9	1,5	-4,7	-5,3	6,9	- 4,8	6,1	-4,1	0,2	1,5	- 2,2	0,5	- 3,6	7,5	1,4	-2,0	0,5	4,4	0,9	5,6
8	2,6	0,8	-3,6	-1,3	5,9	- 6,7	3,8	-4,0	0,4	0,3	- 2,1	-0,5	- 4,9	8,1	2,1	-1,8	- 0,1	4,5	4,3	5,4
9	1,1	-0,4	0,7	-1,1	3,8	- 5,0	0,4	-4,2	0,2	0,0	- 3,0	0,7	- 7,4	8,0	0,9	-0,8	- 1,2	3,7	5,5	2,4
10	0,4	-2,3	2,6	0,6	1,9	- 7,3	-0,6	-4,3	-0,8	2,4	- 5,1	0,7	- 7,3	8,7	-0,1	-2,3	- 3,8	3,6	5,8	2,9
11	-0,8	0,0	2,3	-1,7	-1,5	- 4,1	-2,1	-5,2	1,0	2,1	- 6,6	-0,1	- 6,0	7,6	0,5	-2,1	- 5,4	2,8	5,9	3,7
12	0,1	0,0	2,8	-2,1	-2,3	- 3,5	-4,5	-5,0	1,6	0,6	- 3,1	-1,3	- 6,0	6,1	2,1	-0,6	- 5,7	2,0	5,8	3,2
13	-1,5	-0,9	0,1	-2,0	1,8	- 3,9	-4,4	-3,4	3,6	2,9	- 1,4	-0,6	- 6,5	5,4	1,2	-1,9	- 2,6	0,0	5,4	0,6
14	-3,9	-3,4	-1,2	-1,7	3,4	- 2,5	-4,3	2,8	4,8	3,2	- 0,3	3,8	- 4,7	4,5	-2,3	-1,7	- 2,7	-1,2	5,8	0,8
15	-2,4	-1,3	-1,4	-3,3	-0,4	- 2,7	-2,3	5,0	1,2	3,4	- 5,5	6,6	- 1,3	2,9	-4,0	-1,2	- 5,3	-1,7	4,4	-0,7
16	0,3	3,0	-1,6	-2,4	-1,9	- 5,7	-1,0	2,2	-1,2	1,6	- 7,0	5,9	0,2	-1,1	-1,1	-3,0	- 6,8	-2,2	3,5	-2,7
17	1,7	1,6	-0,7	-2,7	-0,5	- 4,7	-3,9	1,6	-3,3	0,1	- 7,2	1,7	- 1,0	-4,6	3,0	-3,3	-10,1	-0,8	3,2	-1,2
18	0,2	-1,5	0,2	-2,2	-1,5	- 6,7	-4,6	0,2	-4,4	-0,8	-10,6	-0,1	- 0,8	-1,6	3,5	0,1	-12,1	-2,1	4,4	1,2
19	-1,6	-3,3	0,5	-1,3	-2,5	- 6,7	-4,0	-0,7	-5,9	-1,5	-11,3	-0,9	- 6,9	1,3	2,8	3,9	-12,9	-3,3	2,5	4,6
20	-1,7	-3,5	-1,9	0,4	-2,8	- 4,8	-5,0	-2,0	-4,5	-4,9	- 5,2	-1,1	- 9,4	1,8	1,5	3,9	-11,3	-4,2	-0,8	2,3
21	-2,8	-4,4	-3,4	0,8	0,7	- 4,0	-5,4	-2,4	-2,8	-5,0	- 4,8	0,8	-11,6	3,0	3,4	2,5	- 6,3	-3,7	-3,1	2,1
22	-2,2	-4,9	0,2	-2,1	0,1	- 6,7	-2,0	-0,9	1,5	-6,1	- 3,2	4,7	-11,9	4,2	6,6	5,7	- 0,1	-4,9	-3,4	1,5
23	-4,6	-4,0	-0,2	2,0	-0,8	-11,5	0,2	0,6	1,9	-3,8	- 6,8	5,8	- 6,0	2,8	6,5	4,7	0,8	-5,5	-0,8	0,0
24	-1,4	-4,0	0,1	5,6	3,4	-10,2	-0,4	0,2	-0,7	-6,3	- 3,7	3,0	0,9	0,1	6,0	5,6	1,0	-4,4	-2,1	1,2
25	-2,4	-3,2	-2,0	2,1	2,9	- 4,6	-2,1	-1,5	-3,3	-8,3	- 8,0	4,6	2,6	0,3	4,1	3,8	3,7	-7,4	-4,1	3,6
26	-3,6	-2,2	-5,2	-2,1	0,8	2,5	-3,7	-1,2	0,7	-5,5	-14,4	5,1	3,7	-0,2	3,7	4,3	4,6	-6,8	-3,6	4,7
27	-3,8	-3,7	-4,9	-4,8	0,3	4,2	0,1	-0,4	5,2	-2,4	- 9,7	2,8	4,6	-0,9	1,8	3,7	3,1	-6,7	-3,9	4,7
28	-4,6	-5,5	-1,0	-2,8	-3,3	5,1	0,7	-4,4	1,3	-1,0	- 7,5	-0,1	5,3	-2,7	2,8	2,5	5,4	-6,4	-2,6	4,9
29	-5,0	-0,1	-1,9	-3,3	-3,3	3,7	-1,6	-3,1	0,9	-2,7	- 9,1	1,1	6,8	-3,3	1,3	2,4	4,7	-8,6	-2,6	5,4
30	-5,2	0,2	-0,7	-5,0	-3,6	2,5	-2,4	2,2	5,0	-1,0	- 9,5	2,0	5,8	-0,2	-0,7	1,3	6,8	-5,5	-5,2	4,9
31											- 5,2	2,3	1,8	2,4	-1,5	0,6	6,1	-1,2	-3,9	3,5
Moy. . .	-1,1	-1,0	-1,4	-2,2	1,0	- 4,0	-1,0	-2,0	-0,3	-0,6	- 5,5	1,7	- 2,7	1,0	1,9	0,9	- 2,5	-1,5	0,4	2,3
Max. . .	4,4	3,8	2,8	5,6	6,9	5,1	6,1	5,0	5,2	3,4	- 0,3	6,6	6,8	8,7	6,6	5,7	6,8	4,5	5,9	5,6
Min. . .	-5,2	-5,5	-5,2	-8,0	-3,6	-11,5	-5,4	-6,2	-5,9	-8,3	-14,4	-1,3	-11,9	-6,4	-4,0	-3,3	-12,9	-8,6	-5,2	-2,7

TABLEAU N° 5.

MAXIMA ET MINIMA MOYENS PAR JOUR. — 1833-1862.

JOUR DU MOIS.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.		Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
1	5°,1	0°,7	5°,4	0°,4	7°,2	0°,6	12°,5	4°,6	15°,6	6°,2	21°,3	10°,4	21°,4	12°,2	22°,9	13°,5	20°,6	12°,0	17°,1	9°,6	11°,1	5°,2	7°,7	3°,1
2	4,1	-0,2	4,7	0,1	7,3	1,1	12,6	4,8	16,5	6,9	22,0	11,0	21,5	12,2	23,1	13,6	20,4	12,2	17,2	10,1	11,2	5,4	7,5	3,0
3	4,0	-0,6	5,2	0,0	7,6	1,8	12,9	5,1	17,0	7,3	22,0	11,3	22,5	12,8	23,6	13,8	20,5	11,9	16,8	9,7	10,7	4,9	7,1	2,3
4	4,7	0,2	5,1	0,1	7,9	1,8	12,9	5,2	17,1	6,7	21,8	11,3	23,6	12,9	23,4	14,0	20,5	12,0	16,9	9,6	10,4	4,6	6,9	2,7
5	4,6	-0,1	5,3	0,8	7,2	1,3	12,9	4,6	16,9	7,1	21,6	10,9	24,0	13,4	24,2	13,7	20,1	11,8	16,9	10,1	10,1	4,6	7,3	2,5
6	4,0	-0,3	5,9	1,4	7,3	1,5	12,9	4,5	16,8	7,0	22,4	11,7	23,9	13,3	23,5	13,7	20,3	11,3	16,9	9,6	10,4	4,9	7,4	3,3
7	4,0	-1,2	6,5	1,2	8,1	1,6	12,9	4,9	17,1	6,9	21,9	12,4	24,1	13,6	22,7	13,1	20,2	11,1	16,6	9,9	10,2	5,4	7,2	2,9
8	3,5	-1,7	6,2	1,5	8,0	1,5	13,5	4,9	17,5	7,6	21,8	12,0	23,4	13,7	22,5	13,5	20,2	11,9	16,2	9,7	10,1	5,3	6,8	2,4
9	2,7	-1,9	6,1	1,0	7,5	1,3	12,3	4,6	17,7	8,1	21,9	11,8	22,3	13,3	22,4	13,5	20,4	11,6	16,1	8,9	9,6	4,6	6,5	2,1
10	2,3	-2,3	5,7	0,1	7,2	1,3	11,4	3,8	17,9	8,1	22,1	12,3	22,3	12,6	22,3	13,2	20,1	11,9	15,6	8,6	9,3	3,9	6,1	1,5
11	3,3	-1,1	5,3	0,1	7,9	1,1	12,0	4,1	17,9	7,7	22,0	12,2	22,8	13,0	23,2	13,8	19,8	11,3	15,1	8,8	9,0	3,3	5,3	0,9
12	3,7	-0,8	5,9	0,4	7,3	0,9	11,9	4,0	18,4	8,3	23,2	12,0	23,4	13,8	23,3	13,6	19,3	10,5	15,2	8,3	8,6	3,5	4,8	0,6
13	4,5	-0,7	5,8	0,1	8,4	1,8	11,5	3,8	18,2	8,8	23,8	13,0	23,7	13,6.	23,1	13,6	19,0	10,5	14,3	7,4	8,4	2,4	5,6	1,3
14	4,6	-0,7	5,3	0,4	8,8	2,0	11,9	3,9	18,0	8,1	22,7	12,7	24,1	13,9	23,1	13,8	19,0	10,6	14,0	7,8	8,0	3,3	5,8	0,7
15	4,0	-0,4	6,2	0,8	9,2	2,8	12,7	4,6	17,6	8,0	22,0	12,3	24,2	13,9	23,6	13,9	19,0	10,7	14,7	8,4	8,0	2,7	5,6	1,2
16	3,5	-1,0	6,3	1,1	9,7	2,8	13.3	4,1	18,0	8,5	22,9	12,4	24,3	13,7	23,0	13,7	19,0	10,8	14,6	7,3	8,1	3,2	6,0	1,7
17	3,9	-1,0	6,5	1,1	10,0	2,9	13,1	4,3	18,7	9,1	23,3	12,7	24,5	13,3	23,3	14,1	19,5	11,9	13,9	7,8	7,7	3,1	5,7	1,2
18	4,2	-0,1	6,3	0,5	9,5	2,9	13,1	4,4	18,5	9,0	22,4	12,4	23,8	13,7	23,0	14,0	19,0	11,2	14,0	7,3	7,8	3,2	5,0	0,6
19	4,6	-0,2	6,0	0,4	9,3	2,3	13,5	4,9	18,4	8,5	22,5	12,3	23,8	13,8	22,9	14,0	18,4	10,3	13,5	7,9	7,3	1,9	5,0	0,5
20	4,0	-0,4	6,0	0,6	9,7	2,2	14,7	4,9	18,1	8,6	22,3	12,8	22,9	13,8	23,1	14,2	18,4	10,3	13,5	7,3	6,9	2,1	4,9	0,1
21	4,0	-0,5	6,7	0,8	9,5	2,4	14,5	5,2	18,9	9,1	22,7	13,2	22,7	13,5	22,4	14,1	18,3	10,2	13,1	6,6	7,0	2,3	4,3	0,2
22	4,8	0,5	6,8	0,8	9,5	2,0	14,3	5.2	19,7	9.4	22,8	13,4	22,9	13,5	22,3	13,4	18,0	10,1	13,0	6,1	7,3	3,0	3,7	-0,2
23	5,2	0,4	6,7	0,9	9,7	3,0	14,7	5,3	19,6	9,7	22,3	12,6	22,9	13,9	22,0	13,3	17,9	10,0	13,2	7,2	7,7	2,9	4,8	0,2
24	5,6	1,3	7,3	0,8	9,4	2,7	14,6	5,5	20,4	10,4	22,2	12,4	23,4	13,8	21,4	13,3	18,4	10,6	13,3	7,1	7,2	2,6	5,2	0,7
25	5,7	1,5	7,0	1,0	9,5	2,4	14,9	5,7	19,7	9,9	22,0	12,2	22,5	13,6	21,2	12,4	18,2	10,0	12,9	6,7	7,0	1,8	4,9	0,5
26	6,1	0,8	7,4	1,5	9,2	2,7	15,5	6,4	20,1	10,1	22,3	13,1	22,2	13,0	21,5	13,0	17,6	10,2	12,4	6,2	7,1	2,0	4,7	-0,1
27	6,0	1,1	7,1	1,3	10,1	2,4	15,0	5,5	20,2	9,8	23,1	12,8	22,5	13,4	21,3	12,9	17,3	9,9	11,8	5,8	7,1	2,7	4,7	0,5
28	5,4	0,9	7,1	1,2	10,6	3,3	14,5	5,5	20,0	10,7	22,0	12,8	23,2	13,9	21,5	12,9	17,8	10,5	12,0	5,7	7,5	3,1	4,6	0,5
29	6,0	0,8			11,2	3,4	15,1	5,5	20,0	10,6	22,9	12,5	22,6	13,0	21,7	12,8	17,3	10,1	11,5	5,7	7,8	3,1	3,9	-0,7
30	6,1	1,3			11,2	3,2	15,6	5,9	20,0	9,7	21,4	11,9	23,2	13,3	21,5	12,5	17,2	9,7	11,5	5,3	8,0	3,3	4,4	0,1
31	5,3	0,8			11,8	4,0			20,1	10,1			22,6	13,9	21,3	12,0			11,7	5,4			4,9	1,0
Moy.	4,5	-0,2	6,1	0,7	8,9	2,2	13,4	4,9	18,4	8,6	22,3	12,2	23,1	13,4	22,6	13,4	19,1	10,9	14,4	7,8	8,6	3,5	5,6	1,2

MAXIMA ET MINIMA ABSOLUS PAR JOUR. — 1833-1862.

JOUR DU MOIS.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.		Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
1	13,2	-8,1	11,5	-9,3	13,9	-7,7	20,0	-1,6	23,0	1,8	28,4	5,8	29,4	7,9	34,2	9,6	27,9	8,7	23,6	3,9	15,2	-1,9	14,9	-2,9
2	13,2	-11,7	10,8	-16,6	14,2	-5,6	21,3	0,1	25,2	1,8	27,4	5,9	29,4	7,5	30,5	9,0	26,7	6,6	22,5	3,4	19,0	-1,0	13,7	-3,8
3	11,5	-8,7	10,5	-10,1	12,9	-6,7	22,0	-0,3	23,8	0,8	29,0	6,2	30,4	7,8	29,7	9,8	27,3	7,3	21,2	4,4	19,1	-2,5	14,0	-4,2
4	12,1	-6,7	10,0	-10,9	17,5	-9,6	22,2	-0,4	24,6	1,1	31,8	6,1	31,1	8,0	32,9	9,3	26,6	7,1	21,5	3,6	16,1	-1,7	13,0	-7,1
5	10,0	-10,5	10,9	-11,0	12,8	-8,9	23,6	-0,2	26,5	1,9	29,3	4,6	33,9	9,7	34,6	7,8	25,7	6,1	22,8	3,2	17,1	-2,4	12,5	-6,7
6	10,1	-9,3	11,3	-10,0	13,9	-10,7	19,8	-1,5	26,8	1,7	33,0	7,2	32,7	9,2	33,0	10,1	27,2	6,2	23,0	3,0	18,8	-5,1	12,4	-8,2
7	10,7	-10,0	11,1	-10,0	15,0	-9,5	21,1	-2,1	26,8	1,6	29,3	6,9	32,3	10,2	30,0	7,8	26,5	5,2	23,4	5,5	17,9	-5,1	14,5	-8,6
8	10,3	-16,8	11,5	-7,0	16,1	-7,7	22,8	-0,9	25,5	1,0	30,2	4,0	30,3	9,7	27,4	8,6	26,6	5,5	22,5	3,9	18,5	-1,7	15,2	-9,8
9	8,8	-15,9	12,7	-10,3	15,6	-6,0	21,9	-4,1	26,7	2,7	30,5	6,5	32,8	8,3	28,9	8,7	25,0	5,5	22,2	3,2	16,9	-3,6	13,9	-10,4
10	9,3	-15,3	13,2	-12,1	15,1	-8,3	17,8	-2,9	27,5	2,2	32,2	7,1	31,9	8,2	29,9	8,3	25,1	5,6	23,0	2,3	17,0	-3,6	13,5	-10,4
11	10,9	-12,9	11,7	-12,4	14,2	-10,3	19,1	-2,3	23,9	1,3	29,8	7,6	31,2	9,0	31,6	10,1	27,0	6,6	22,0	1,9	14,0	-4,4	13,7	-10,4
12	10,7	-10,5	12,1	-12,4	14,8	-8,0	18,7	-1,0	24,1	1,9	31,0	7,6	31,9	8,3	29,8	7,5	28,4	5,7	22,0	3,2	13,7	-2,8	11,4	-12,6
13	13,2	-14,2	14,0	-11,0	16,8	-11,3	18,0	-0,9	25,1	1,8	30,3	6,6	31,9	8,9	30,2	7,5	26,3	4,0	18,3	1,7	15,6	-3,2	11,7	-6,9
14	13,3	-17,3	12,5	-8,6	16,0	-13,0	19,9	-0,8	24,9	3,5	29,0	5,6	31,4	8,5	27,7	7,5	25,2	3,9	19,1	1,0	14,3	-4,0	12,8	-10,3
15	11,9	-13,3	11,0	-8,5	17,4	-10,3	20,6	-0,8	26,0	2,1	31,5	5,7	30,0	9,2	29,9	9,6	26,0	6,4	21,4	1,9	13,3	-4,0	12,3	-11,8
16	13,4	-18,8	11,9	-11,9	15,1	-5,2	22,0	-0,9	26,4	2,1	34,7	6,1	32,3	8,8	30,4	7,5	24,3	5,5	22,4	0,2	15,3	-2,6	13,0	-11,2
17	12,1	-15,9	11,6	-15,6	17,0	-5,4	22,0	-2,3	28,1	2,5	32,4	7,7	32,9	8,3	31,2	9,2	26,8	5,6	20,1	1,0	16,1	-1,5	12,9	-12,9
18	12,7	-16,9	12,0	-14,7	18,1	-5,8	21,3	-0,7	28,7	3,5	31,2	6,6	32,5	9,1	29,3	8,8	28,7	5,5	17,5	0,7	15,7	-2,6	12,6	-12,6
19	11,4	-18,7	12,7	-15,1	17,4	-6,6	21,8	0,0	27,5	3,0	32,9	9,4	33,1	9,7	32,6	9,6	27,8	5,6	18,1	-0,2	14,4	-4,1	13,0	-12,4
20	11,0	-17,4	14,1	-15,0	19,0	-6,0	23,4	-1,1	27,4	4,4	29,0	8,8	29,5	9,2	30,8	7,4	28,3	5,5	18,1	1,6	13,4	-3,6	13,3	-11,3
21	12,5	-13,6	14,3	-11,7	20,4	-5,6	23,2	-0,5	25,9	3,9	30,1	8,9	29,1	8,4	28,9	8,7	27,6	6,3	18,2	0,5	13,6	-3,3	13,9	-12,6
22	13,5	-11,4	12,6	-8,5	20,7	-6,3	20,8	0,5	28,2	4,2	31,6	9,7	29,7	9,3	28,8	8,7	23,7	5,2	16,7	0,4	14,2	-5,1	12,3	-13,2
23	12,6	-8,8	13,9	-8,9	18,5	-6,1	22,2	-0,2	28,5	5,5	28,4	9,5	28,5	9,2	30,3	8,4	24,6	6,7	17,5	-0,1	14,7	-10,4	12,9	-8,5
24	13,0	-12,4	15,8	-7,1	16,5	-6,0	23,8	2,1	28,0	5,2	30,6	7,4	31,5	10,2	30,2	9,2	23,0	4,4	18,2	1,3	13,5	-7,7	14,3	-8,1
25	13,5	-15,2	15,0	-9,2	17,7	-3,8	23,2	-0,5	26,5	4,6	28,8	8,3	30,7	9,1	31,6	7,5	23,5	4,5	17,1	0,6	13,6	-5,8	14,7	-9,5
26	12,1	-13,9	13,7	-6,9	19,8	-3,3	24,6	0,1	28,2	3,5	28,0	9,1	30,3	9,2	30,0	8,1	24,3	3,1	17,8	0,0	13,6	-4,1	12,6	-13,8
27	13,1	-10,9	17,1	-7,3	20,9	-4,5	25,0	1,3	28,8	4,1	30,9	8,7	27,4	8,7	26,9	5,9	22,5	2,8	18,4	-1,4	13,7	-6,1	14,7	-11,7
28	12,5	-13,7	18,2	-8,0	20,2	-3,2	25,7	0,5	28,4	5,1	29,9	7,3	29,3	9,2	25,6	8,5	24,3	5,7	18,7	-1,4	13,8	-2,9	15,0	-10,7
29	12,8	-7,6			18,5	-3,6	25,3	0,3	27,9	5,9	31,5	6,6	27,8	10,1	26,6	8,2	22,7	3,6	18,5	-0,2	17,0	-3,4	11,1	-10,9
30	10,9	-10,9			17,0	-4,2	25,5	1,0	25,2	4,8	28,2	6,4	29,4	9,3	25,1	8,8	23,5	4,2	17,3	-0,1	17,4	-5,6	11,2	-10,5
31	11,4	-9,9			19,8	-2,8			25,8	5,3			31,1	10,3	26,2	7,3			18,8	-0,9			12,6	-10,8
Moy.	11,9	-12,8	12,8	-10,7	16,9	-6,8	22,0	-0,7	26,4	3,1	30,4	7,1	30,8	9,0	29,8	8,5	25,8	5,5	20,1	1,6	15,6	-3,8	13,2	-9,9

TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE JOUR DE L'ANNÉE,

D'APRÈS LES OBSERVATIONS DE 1833 à 1862.

JOUR du mois.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMB.	OCTOBRE.	NOVEMB.	DÉCEMB.
1	2°,87	2°,89	3°,92	8°,55	10°,92	15°,87	16°,80	18°,22	16°,29	13°,39	8°,18	5°,40
2	1,93	2,42	4,21	8,70	11,69	16,40	16,85	18,38	16,30	13,68	8,31	5,24
3	1,71	2,59	4,67	8,97	12,17	16,63	17,68	18,67	16,16	13,27	7,80	4,69
4	2,44	2,60	4,87	9,04	11,89	16,56	18,26	18,67	16,23	13,26	7,54	4,83
5	2,27	3,02	4,22	8,80	12,01	16,23	18,74	18,94	15,95	13,52	7,57	4,92
6	1,87	3,64	4,41	8,72	11,90	17,05	18,61	18,60	15,81	13,30	7,67	5,33
7	1,40	3,84	4,86	8,89	12,05	17,13	18,86	17,95	15,66	13,27	7,77	5,04
8	0,89	3,82	4,77	9,17	12,57	16,91	18,51	17,99	16,08	12,94	7,69	4,63
9	0,37	3,58	4,40	8,48	12,94	16,88	17,79	17,91	16,00	12,53	7,08	4,31
10	0,01	2,89	4,29	7,60	12,98	17,17	17,47	17,76	16,00	12,09	6,63	3,85
11	1,08	2,70	4,51	8,01	12,79	17,11	17,87	18,51	15,55	11,95	6,15	3,12
12	1,44	3,12	4,11	7,97	13,32	17,63	18,36	18,42	14,91	11,79	6,06	2,69
13	1,89	2,93	5,11	7,67	13,51	18,41	18,65	18,33	14,73	10,86	5,42	3,45
14	1,94	2,85	5,39	7,91	13,06	17,70	19,01	18,46	14,79	10,90	5,70	3,24
15	1,79	3,51	5,99	8,68	12,82	17,13	19,05	18,73	14,86	11,56	5,34	3,37
16	1,23	3,73	6,25	8,73	13,23	17,62	19,01	18,38	14,91	10,95	5,66	3,85
17	1,49	3,84	6,43	8,69	13,86	18,00	18,89	18,74	15,71	10,86	5,30	3,47
18	2,05	3,42	6,21	8,74	13,77	17,41	18,75	18,51	15,00	10,64	5,52	2,78
19	2,21	3,23	5,76	9,19	13,42	17,44	18,81	18,43	14,38	10,71	4,62	2,76
20	1,80	3,31	5,96	9,80	13,35	17,54	18,39	18,64	14,37	10,40	4,48	2,48
21	1,74	3,78	5,93	9,89	13,99	17,93	18,09	18,24	14,23	9,88	4,65	2,27
22	2,64	3,79	5,75	9,73	14,52	18,15	18,20	17,81	14,05	9,54	5,15	1,77
23	2,78	3,82	6,36	10,01	14,62	17,50	18,40	17,67	13,96	10,20	5,29	2,48
24	3,47	4,00	6,04	10,05	15,37	17,31	18,61	17,34	14,53	10,17	4,88	2,96
25	3,64	4,02	5,95	10,31	14,82	17,10	18,04	16,84	14,09	9,81	4,41	2,73
26	3,48	4,48	5,96	10,97	15,09	17,68	17,61	17,25	13,90	9,29	4,54	2,33
27	3,57	4,25	6,26	10,23	15,01	17,99	17,98	17,10	13,61	8,78	4,89	2,63
28	3,15	4,16	6,97	9,99	15,35	17,41	18,54	17,19	14,14	8,87	5,31	2,59
29	3,38		7,29	10,32	15,30	17,68	18,25	17,28	13,71	8,59	5,45	1,59
30	3,74		7,18	10,76	14,88	16,64	18,24	17,01	13,42	8,38	5,67	2,24
31	3,05		7,90		15,07		18,25	16,68		8,55		2,99
MOYENNE. .	2,17	3,44	5,55	9,15	13,49	17,28	18,28	18,02	14,98	11,10	6,02	3,42

Tableau n° 6.

TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS ET PAR ANNÉE.

ANNÉE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.	HIVER.	PRINTEMPS.	ÉTÉ.	AUTOMNE.	L'ANNÉE.
1833...	-1°,3	6°,5	3°,5	9°,3	10°,7	18°,1	17°,6	15°,3	13°,5	10°,7	5°,9	7°,0	2°,7	9°,8	17°,0	10°,0	10°,23
1834...	7,9	4,6	7,4	8,4	15,9	18,2	21,1	20,1	17,3	12,1	7,0	5,4	6,5	10,6	19,8	12,1	12,12
1835...	4,4	6,3	5,6	9,3	12,8	17,2	19,1	18,5	15,5	10,4	5,5	2,5	5,4	9,2	18,3	10,5	10,58
1836...	3,3	3,9	9,2	8,6	11,2	17,8	18,4	17,1	14,0	12,1	7,2	4,5	3,2	9,7	17,8	11,1	10,59
1837...	2,6	4,9	2,7	5,9	11,0	17,2	17,6	19,3	13,7	11,9	5,9	4,9	3,9	6,5	18,0	10,5	9,80
1838...	-5,2	0,4	6,4	7,3	13,6	16,6	18,4	16,9	15,1	11,1	6,2	3,0	0,0	9,1	17,3	10,8	9,15
1839...	3,0	4,4	5,2	6,6	12,8	18,8	18,4	16,7	15,8	11,6	8,3	5,8	3,5	8,2	18,0	11,9	10,62
1840...	3,8	3,7	2,7	10,9	13,9	17,1	16,6	17,9	14,4	9,2	8,1	-1,9	4,4	9,2	17,2	10,6	9,70
1841...	1,6	1,1	9,1	10,1	17,0	15,0	15,4	17,0	17,1	11,2	5,7	5,1	0,3	12,1	15,8	11,3	10,45
1842...	-1,3	4,6	7,2	8,3	14,4	17,9	17,4	21,1	15,0	8,6	4,7	4,7	2,8	10,0	18,8	9,4	10,22
1843...	3,2	2,2	6,2	9,6	13,0	15,1	17,1	18,5	15,8	10,1	6,7	4,7	3,4	9,6	16,9	10,9	10,18
1844...	1,4	1,3	5,0	11,4	12,5	16,6	16,6	15,0	14,6	10,0	6,8	-1,8	2,5	9,6	16,1	10,5	9,12
1845...	2,2	-2,7	-0,7	9,9	10,8	17,4	17,5	15,4	13,0	10,7	7,6	4,9	-0,8	6,7	16,8	10,4	8,83
1846...	5,6	5,9	7,2	9,8	12,9	19,5	19,6	20,2	16,5	11,3	5,5	-2,0	5,5	10,0	19,8	11,1	11,00
1847...	-0,1	1,6	4,9	6,6	15,2	15,3	19,8	18,6	12,7	10,7	7,6	2,3	-0,2	8,9	17,9	10,3	9,60
1848...	-2,4	6,0	7,1	11,2	14,7	17,6	18,1	16,7	14,2	11,9	6,3	5,2	2,0	11,0	17,5	10,8	10,55
1849...	3,0	6,0	5,1	8,9	14,6	17,3	17,7	16,9	15,3	10,8	5,6	2,8	4,7	9,5	17,3	10,6	10,33
1850...	-2,1	6,1	4,1	11,0	12,4	17,4	17,9	16,8	13,4	8,4	8,1	3,9	2,3	9,2	17,4	10,0	9,78
1851...	5,1	3,9	6,4	9,7	11,6	17,2	18,0	18,3	13,6	11,8	3,7	3,7	4,3	9,2	17,8	9,7	10,25
1852...	5,2	4,3	4,5	7,6	13,7	16,2	21,8	19,1	15,3	9,5	10,4	8,0	4,4	8,6	19,0	11,7	11,50
1853...	5,8	0,8	2,1	8,7	13,4	17,5	19,1	17,8	15,1	11,9	5,0	-2,1	4,9	8,1	18,1	10,7	9,59
1854...	3,1	3,4	7,0	10,5	12,9	15,8	18,4	17,6	15,2	10,9	5,0	5,1	1,5	10,1	17,3	10,4	10,41
1855...	-0,1	-3,5	4,0	8,2	11,7	16,4	18,3	18,6	14,9	12,4	4,6	0,7	0,5	8,0	17,8	10,6	8,85
1856...	4,5	5,5	4,6	10,2	12,3	17,1	17,2	19,8	14,0	11,6	3,8	4,4	3,6	9,0	18,0	9,8	10,42
1857...	1,8	3,4	5,9	9,3	14,4	18,2	20,1	20,8	17,2	12,6	7,0	5,3	3,2	9,9	19,7	12,3	11,53
1858...	1,3	1,0	4,6	10,1	12,2	21,0	17,8	18,2	17,1	11,0	2,0	4,3	2,5	9,0	19,0	10,0	10,05
1859...	3,9	6,0	8,4	9,6	14,2	18,6	21,5	19,5	15,4	12,5	5,1	0,9	4,7	10,7	19,9	11,0	11,50
1860...	4,9	1,1	4,4	7,7	14,4	15,9	16,4	16,0	13,9	10,9	4,0	1,9	2,3	8,8	16,1	9,6	9,29
1861...	-2,0	6,0	7,2	8,0	12,2	18,1	18,2	19,0	15,1	12,4	5,7	3,8	2,0	9,1	18,4	11,1	10,31
1862...	2,4	4,8	9,0	11,6	16,2	15,8	17,4	17,6	15,8	12,5	5,4	5,7	3,7	12,3	16,9	11,2	11,18
Moyenne de la 1re décade.	1,9	4,0	5,9	8,5	13,9	17,4	18,0	18,0	15,1	10,9	6,4	4,1	3,3	9,4	17,8	10,8	10,35
2me —	2,1	3,5	5,0	9,6	13,1	17,0	18,4	17,5	14,4	10,5	6,8	3,2	2,8	9,2	17,6	10,6	10,09
3me —	2,6	2,8	5,7	9,4	13,4	17,4	18,4	18,5	13,4	11,9	4,8	3,0	2,9	9,5	18,1	10,7	10,27
Moy. gén.	2,2	3,4	5,5	9,1	13,5	17,3	18,3	18,0	15,0	11,1	6,0	3,4	3,0	9,4	17,9	10,7	10,24
Maximum.	7,9	6,5	9,2	11,6	17,0	21,0	21,8	21,1	17,3	12,6	10,4	8,0	6,5	12,3	19,9	12,3	12,12
Minimum.	-5,2	-3,5	-0,7	5,9	10,8	15,0	15,4	15,0	12,7	8,4	2,0	-2,1	-0,8	6,5	15,8	9,4	8,83

MAXIMA ET MINIMA MOYENS PAR MOIS ET PAR ANNÉE.

ANNÉE.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.		Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
1833. .	1°,3	-4°,0	9°,2	3°,7	6°,7	0°,3	13°,8	4°,8	22°,7	10°,7	23°,0	12°,3	22°,8	12°,5	20°,5	10°,2	17°,5	9°,4	14°,8	6°,6	9°,0	2°,8	9°,6	4°,4
1834. .	10,2	5,5	7,6	1,6	10,9	3,8	12,7	4,1	21,1	10,8	23,3	13,1	26,1	16,1	24,3	15,8	22,3	12,3	15,9	8,2	9,9	4,1	7,8	3,0
1835. .	6,9	1,9	8,7	3,8	9,3	2,0	13,4	5,3	17,2	8,4	22,4	12,0	25,5	12,8	23,7	13,3	19,5	11,6	13,6	7,1	8,2	2,8	5,0	-0,4
1836. .	6,1	0,5	6,7	1,1	12,5	6,0	12,2	4,9	16,0	6,5	22,5	13,1	23,5	13,2	21,9	12,3	17,6	10,4	15,3	8,8	9,9	4,5	6,4	2,2
1837. .	4,7	0,6	8,0	2,0	5,5	0,0	9,4	2,4	15,6	6,5	22,4	12,0	22,6	12,7	24,1	14,5	18,2	9,3	15,4	8,4	8,2	3,6	7,3	2,4
1838. .	-1,8	-8,6	3,6	-2,8	9,9	2,8	11,0	3,6	18,9	8,3	21,4	11,9	23,3	13,6	21,0	12,7	19,2	11,0	14,2	8,0	8,7	3,6	5,1	0,8
1839. .	5,3	0,6	7,2	1,6	8,4	2,1	10,2	2,9	18,0	7,5	23,8	13,8	23,1	13,7	21,4	11,9	19,8	11,7	14,9	8,3	11,0	5,5	8,2	3,4
1840. .	6,8	0,6	6,5	1,0	6,0	-0,6	16,3	5,5	18,4	9,5	22,0	12,2	20,8	12,5	23,0	12,9	18,2	10,6	12,3	6,0	11,1	5,1	0,8	-4,6
1841. .	3,8	-0,6	3,9	-1,8	13,2	5,1	14,2	6,1	22,2	11,8	19,2	10,9	19,4	11,5	21,7	12,4	21,6	12,6	14,1	8,4	8,4	3,0	7,4	2,8
1842. .	0,9	-3,6	7,5	1,7	10,2	4,1	13,1	3,6	19,9	8,9	23,8	12,0	22,8	12,0	27,3	15,0	18,9	11,0	11,9	5,3	7,3	2,1	7,1	2,3
1843. .	5,3	1,1	4,4	0,1	10,2	2,1	14,2	5,1	17,9	8,1	19,7	10,5	21,8	12,4	23,5	13,5	20,7	11,0	13,3	6,9	9,3	4,2	6,4	3,0
1844. .	3,6	-0,7	4,0	-1,3	8,5	1,6	16,9	5,9	17,2	7,8	22,1	11,1	21,5	11,8	19,1	11,0	18,8	10,4	13,3	6,7	8,7	4,9	0,3	-4,0
1845. .	3,9	0,6	0,4	-5,8	2,4	-3,9	14,6	5,2	14,8	6,9	22,6	12,1	21,9	13,0	19,4	11,4	17,1	8,8	14,0	7,3	10,3	4,9	7,0	2,7
1846. .	7,6	3,7	8,5	3,3	10,8	3,7	15,8	5,9	18,0	7,9	25,7	13,2	24,9	14,3	25,2	15,2	21,1	11,9	14,2	8,4	8,1	3,0	0,0	-4,0
1847. .	2,1	-2,3	3,9	-0,8	8,8	1,1	10,5	2,7	20,7	9,7	20,2	10,4	25,3	14,3	23,2	14,0	16,4	8,9	14,4	7,1	10,2	5,1	4,4	0,1
1848. .	0,0	-4,9	8,0	3,8	10,1	4,1	15,4	7,0	20,9	8,5	22,4	12,8	23,3	12,9	20,9	12,6	18,7	9,8	15,3	8,5	8,7	3,9	7,5	2,9
1849. .	5,4	0,7	8,6	3,4	8,2	2,0	13,0	4,8	19,6	9,6	22,7	11,8	23,3	12,2	21,3	12,5	20,0	10,6	13,9	7,7	8,5	2,8	5,1	0,4
1850. .	0,4	-4,6	8,8	3,5	7,4	0,8	15,1	6,8	17,7	7,2	23,4	11,5	23,0	12,8	20,9	12,7	17,6	9,2	11,5	6,3	10,7	5,5	5,9	2,0
1851. .	7,5	2,8	6,9	0,8	9,4	3,5	13,7	5,8	16,3	6,9	22,4	12,0	22,8	13,1	23,1	13,6	17,2	10,0	14,7	8,9	6,0	1,4	5,8	1,6
1852. .	7,5	3,0	6,6	1,9	8,2	0,8	12,5	2,8	18,6	8,7	21,0	11,5	27,8	15,8	23,5	14,7	19,1	11,5	12,8	6,2	12,8	8,0	10,0	6,0
1853. .	7,5	4,2	2,8	-1,3	5,5	-1,3	12,2	5,2	18,4	8,4	22,4	12,6	23,7	14,5	22,3	13,4	18,6	11,6	15,3	8,5	7,6	2,3	0,6	-4,8
1854. .	5,3	1,0	5,9	0,8	10,9	3,1	15,8	5,2	17,3	8,4	20,1	11,4	23,1	13,6	21,9	13,2	19,9	10,6	14,5	7,4	7,3	2,8	7,3	2,9
1855. .	2,4	-2,5	-0,4	-6,6	7,2	0,8	12,6	3,9	16,3	7,1	21,0	11,8	22,8	13,8	23,1	14,2	19,3	10,4	15,0	9,8	6,8	2,5	2,9	-1,5
1856. .	6,8	2,2	7,9	3,2	8,1	1,1	14,5	5,8	16,5	8,1	21,6	12,5	21,6	12,9	24,2	15,3	17,3	10,7	15,1	8,1	6,1	1,6	6,4	2,5
1857. .	3,8	-0,1	6,5	0,3	9,5	2,3	13,3	5,3	19,6	9,3	23,7	12,7	24,9	15,2	25,9	15,7	21,2	13,2	15,9	9,4	9,7	4,2	7,4	3,3
1858. .	3,7	-1,1	4,7	-2,7	8,2	1,0	15,1	5,0	16,7	7,8	26,7	15,3	22,0	13,5	22,9	13,6	21,0	13,2	14,2	7,9	4,9	-0,7	6,1	2,5
1859. .	5,9	2,0	8,5	3,4	11,3	5,6	13,7	5,4	19,3	9,0	23,5	13,7	26,3	16,7	24,0	15,0	19,0	11,8	15,7	9,3	7,8	2,3	3,0	-1,3
1860. .	7,1	2,7	3,8	-1,6	7,1	1,7	11,6	3,8	19,2	9,6	20,6	11,3	20,5	12,4	19,5	12,6	17,1	10,6	13,9	7,9	6,7	1,3	3,9	-0,1
1861. .	0,9	-4,9	8,6	3,4	10,4	3,9	12,3	3,6	16,4	8,0	22,7	13,6	22,3	14,0	23,2	14,8	18,8	11,3	16,1	8,6	8,1	3,3	6,1	1,6
1862. .	4,7	0,2	7,4	2,1	12,8	5,2	10,0	7,2	21,0	11,3	20,0	11,6	21,6	13,2	21,8	13,4	20,0	11,6	15,4	9,5	7,4	3,5	7,5	3,8
MOYENNE de la 1re déc.	4,4	-0,7	6,9	1,2	9,3	2,6	12,6	4,3	19,0	8,9	22,5	12,3	23,0	13,1	22,9	13,1	19,3	11,0	14,2	7,5	9,2	3,7	6,5	1,6
2me —	4,3	-0,1	6,0	0,9	8,4	1,6	14,0	5,2	18,2	8,1	22,2	11,7	23,6	13,3	22,0	13,1	18,7	10,2	13,7	7,3	9,3	4,4	5,2	1,1
3me —	4,8	0,4	5,6	0,1	9,1	2,3	13,7	5,0	18,1	8,7	22,2	12,6	22,9	14,0	22,9	14,1	19,2	11,5	15,1	8,6	7,2	2,3	5,1	0,9
MOY. GÉN.	4,5	-0,1	6,2	0,7	8,9	2,2	13,4	4,9	18,4	8,6	22,3	12,2	23,1	13,4	22,6	13,4	19,1	10,9	14,4	7,8	8,6	3,5	5,6	1,2
MAXIMUM.	10,2	5,5	9,2	3,8	13,2	6,0	16,9	7,2	22,7	11,8	26,7	15,3	27,8	16,7	27,3	15,8	22,3	13,2	16,1	9,8	12,8	8,0	10,0	6,0
MINIMUM.	-1,8	-8,6	-0,4	-6,6	2,4	-3,9	9,4	2,4	14,8	6,5	19,2	10,4	19,4	11,5	19,1	10,2	16,4	8,8	11,5	5,3	4,9	-0,7	0,0	-4,8

MAXIMA ET MINIMA ABSOLUS PAR MOIS ET PAR ANNÉE.

ANNÉE.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.		Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
1833. .	6°,4	-9°,3	13°,8	-2°,9	12°,9	-5°,1	17°,8	0°,5	28°,7	3°,8	28°,1	8°,7	28°,0	9°,4	23°,7	5°,0	21°,8	6°,5	17°,5	1°,9	13°,0	-4°,0	13°,0	-0°,5
1834. .	13,5	1,3	13,3	-3,3	15,1	-3,0	21,5	0,0	27,5	6,4	30,3	5,8	33,1	9,4	28,5	11,1	28,7	4,2	23,4	2,2	18,8	-3,8	12,6	-2,7
1835. .	12,7	-5,0	12,5	-0,4	14,2	-2,3	22,0	-0,7	21,0	4,5	29,8	6,4	28,9	7,9	29,8	9,0	23,7	7,3	20,1	-0,2	13,7	-4,4	14,2	-10,2
1836. .	12,5	-11,7	10,0	-4,2	20,7	6,7	16,3	1,0	21,8	1,9	28,2	10,1	30,1	8,4	26,2	-7,6	23,9	6,7	22,5	-0,2	17,4	0,0	13,8	-9,8
1837. .	12,0	-6,1	12,4	-4,5	11,9	-6,3	16,1	-4,1	25,1	1,9	27,4	4,0	29,3	7,5	29,7	7,5	23,3	2,8	21,3	2,4	13,8	-0,5	13,9	-2,9
1838. .	9,2	-18,8	11,0	-11,0	13,9	-1,4	19,3	-0,3	26,8	1,3	25,8	5,5	30,8	9,1	25,4	8,1	24,3	6,7	18,2	1,0	17,0	-6,1	14,0	-4,9
1839. .	10,5	-4,3	10,8	-9,3	12,3	-2,9	16,2	-2,1	25,8	2,1	32,9	8,2	27,7	9,2	27,3	8,2	26,3	7,7	22,0	-0,1	14,7	-0,3	15,0	-2,8
1840. .	13,1	-12,8	11,9	-7,9	9,9	-6,4	25,3	-0,2	22,7	4,1	27,6	7,2	24,7	8,5	27,1	9,6	27,3	5,5	14,5	2,2	16,1	-3,4	7,7	-12,9
1841. .	11,8	-10,0	14,3	-11,3	20,9	-2,8	25,7	2,7	28,8	5,7	24,4	5,6	25,9	8,7	26,5	8,2	28,4	7,6	22,2	1,5	15,4	-2,6	14,9	-4,4
1842. .	4,8	-12,6	12,2	-4,9	13,7	-2,4	23,8	-2,3	24,5	4,8	31,0	6,9	30,3	8,8	32,6	10,5	24,2	6,0	15,3	0,5	14,2	-5,1	11,9	-2,6
1843. .	11,2	-2,6	11,1	-2,6	19,8	-5,7	23,4	-0,8	22,1	3,7	27,2	8,3	32,8	9,2	29,2	10,2	25,3	5,6	20,4	0,2	17,2	-1,8	11,2	-2,2
1844. .	10,1	-9,1	9,1	-5,3	14,8	-1,8	23,4	1,4	22,3	4,2	30,6	6,6	27,2	9,2	25,0	8,2	26,2	4,5	17,6	2,0	13,6	-0,2	7,7	-12,6
1845. .	7,9	-2,1	6,0	-15,0	10,6	-13,0	20,8	0,1	22,5	3,0	30,7	6,9	32,7	9,8	24,0	8,7	22,0	5,2	21,2	3,5	15,4	-1,2	10,9	-1,6
1846. .	13,5	-2,1	18,2	-5,2	17,5	-0,7	19,9	3,0	23,5	3,7	31,6	8,5	33,9	11,8	34,2	11,9	27,2	6,0	18,5	3,0	13,6	-2,5	6,6	-12,6
1847. .	9,6	-10,7	10,9	-8,2	16,4	-10,3	15,1	-0,9	28,5	2,9	26,4	6,5	32,1	10,6	-30,5	9,3	24,0	4,7	20,1	1,0	15,7	-0,6	11,0	-6,0
1848. .	5,8	-13,7	13,9	-1,5	19,5	-2,6	23,6	2,0	26,0	1,8	28,5	9,0	30,3	9,5	26,6	8,7	23,9	5,5	20,1	3,8	11,9	-1,7	13,4	-7,1
1849. .	10,5	-9,7	12,8	-0,8	15,2	-2,4	17,0	-0,7	27,9	4,6	32,3	6,1	32,8	10,2	25,6	7,4	26,7	6,3	18,2	0,5	16,0	-6,0	13,0	-5,6
1850. .	8,1	-13,6	11,1	-1,0	13,5	-5,4	21,9	1,5	24,3	0,8	30,9	6,8	29,9	8,3	30,1	7,3	20,7	3,9	15,4	-0,1	14,1	-3,2	13,0	-3,1
1851. .	11,3	-1,5	10,8	-3,3	14,8	-2,8	21,8	0,2	21,4	2,5	28,6	5,9	29,4	8,3	27,5	8,8	19,9	5,5	19,1	3,4	9,4	-3,1	12,0	-4,9
1852. .	13,4	-3,4	10,8	-3,1	16,1	-3,5	17,9	-2,1	27,5	1,1	25,7	5,9	32,9	10,7	26,0	12,3	23,9	7,8	18,2	1,3	19,1	3,1	12,4	-0,6
1853. .	10,6	-0,9	6,7	-8,0	13,8	-6,4	17,0	0,3	26,5	1,0	28,2	7,5	30,7	10,5	26,6	10,4	22,8	6,3	18,7	3,6	16,0	-2,4	7,4	-15,8
1854. .	11,4	-6,2	10,9	-6,4	17,4	-2,1	23,2	-0,5	20,4	4,5	26,2	7,1	30,7	9,7	26,2	10,1	25,0	6,8	19,9	2,8	14,8	-1,9	10,9	-1,3
1855. .	8,8	-12,1	6,2	-16,6	14,2	-2,2	18,3	-1,6	26,5	1,7	28,9	6,6	27,5	10,8	26,7	9,9	22,9	3,1	23,6	5,5	12,6	-3,7	10,1	-13,2
1856. .	12,2	-6,0	14,0	-3,7	13,5	-4,2	21,1	-0,3	21,2	1,9	27,4	8,7	27,0	7,8	29,8	10,1	21,9	7,0	21,1	-1,4	12,1	-4,3	15,2	-4,3
1857. .	8,9	-9,1	11,0	-8,1	17,2	-3,3	20,1	0,1	28,2	1,6	30,6	5,7	32,5	11,0	34,6	11,7	27,1	7,2	20,0	4,8	16,9	-1,7	11,3	-3,2
1858. .	8,2	-10,5	10,0	-9,2	17,0	-5,1	22,0	-1,1	23,6	1,8	34,7	10,4	32,1	10,3	30,7	9,0	25,3	8,6	19,4	-0,9	12,2	-10,4	10,6	-2,4
1859. .	9,8	-5,1	12,0	0,9	16,3	-0,4	22,8	-0,7	25,2	3,8	31,5	8,3	31,4	11,5	30,0	9,8	24,3	8,5	23,0	1,3	15,8	-3,3	10,9	-12,4
1860. .	13,2	-1,5	9,2	-7,1	11,5	-3,9	16,9	0,4	26,3	2,8	27,0	8,1	28,1	9,5	24,5	10,1	19,5	5,7	17,3	3,1	11,9	-2,5	12,6	-10,9
1861. .	9,1	-16,8	14,9	-2,4	18,5	0,5	16,4	-1,1	23,3	2,3	28,5	10,0	26,3	10,7	29,8	11,4	25,3	7,9	22,5	0,0	14,3	-4,0	13,1	-5,0
1862. .	11,2	-10,2	13,9	-7,1	20,2	-4,0	25,0	-0,5	26,8	6,9	25,8	7,4	25,9	10,7	27,2	9,6	23,5	4,4	22,4	3,5	14,5	-5,8	12,2	-1,7
MOYENNE de la 1re déc.	10,7	-8,9	12,2	-6,0	14,5	-3,2	20,4	-0,6	25,3	3,6	28,6	6,8	28,9	8,7	27,7	8,6	25,2	6,1	19,7	1,1	15,4	-3,0	13,1	-5,4
2me —	10,1	-6,9	11,5	-4,6	15,8	-4,8	20,5	0,4	24,6	2,8	29,3	7,0	31,4	9,8	27,9	9,3	24,0	5,5	18,9	1,8	14,6	-1,7	11,1	-5,6
3me —	10,3	-7,8	10,9	-6,8	16,0	-3,1	20,3	-0,5	24,8	2,8	28,9	8,0	29,2	10,2	28,6	10,3	23,8	6,5	20,8	2,2	14,1	-4,0	11,4	-7,0
MOY. GÉN.	10,4	-7,9	11,5	-5,8	15,4	-3,7	20,4	-0,2	24,9	3,1	28,9	7,3	29,8	9,6	28,1	9,4	24,3	6,0	19,8	1,7	14,7	-2,9	11,9	-6,0
MAXIMUM.	13,5	1,3	18,2	0,9	20,9	0,7	25,7	3,0	28,8	6,9	34,7	10,4	33,9	11,8	34,6	12,3	28,7	8,6	23,6	5,5	19,1	3,1	15,2	-0,5
MINIMUM.	4,8	-18,8	6,0	-16,6	9,9	-13,0	15,1	-4,1	20,4	0,8	24,4	4,0	24,7	7,5	23,7	5,9	19,5	2,8	14,5	-1,4	9,4	-10,4	6,6	-15,8

Tableau n° 7.

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE CHAQUE MOIS.

ANNÉE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.	HIVER.	PRINTEMPS.	ÉTÉ.	AUTOMNE.	L'ANNÉE.
1833...	-3°,5	3°,1	-2°,0	0°,2	3°,2	0°,8	-0°,7	-2°,7	-1°,5	-0°,4	-0°,1	3°,6	-0°,3	0°,4	-0°,9	-0°,7	-0°,01
1834...	5,7	1,2	1,9	-0,7	2,4	0,9	2,8	2,1	2,3	1,0	1,0	2,0	3,5	1,2	1,9	1,4	1,88
1835...	2,2	2,9	0,1	0,2	-0,7	-0,1	0,8	0,5	0,5	-0,7	-0,3	-1,1	2,4	-0,2	0,4	-0,2	0,34
1836...	1,1	0,5	3,7	-0,5	-2,3	0,5	0,1	-0,9	-1,0	1,0	1,2	0,9	0,2	0,3	-0,1	0,4	0,35
1837...	0,4	1,5	-2,8	-3,2	-2,5	-0,1	-0,7	1,3	-1,3	0,8	-0,1	1,5	0,9	-2,9	0,1	-0,2	-0,44
1838...	-7,4	-3,0	0,9	-1,8	0,1	-0,7	0,1	-1,1	0,1	0,0	0,2	-0,4	-5,0	-0,3	-0,6	0,1	-1,09
1839...	0,8	1,0	-0,3	-2,5	-0,7	1,5	0,1	-1,5	0,8	0,5	2,3	2,4	0,5	-1,2	0,1	1,2	0,38
1840...	1,6	0,3	-2,8	1,8	0,4	-0,2	-1,7	-0,1	-0,6	-1,9	2,1	-5,3	1,4	-0,2	-0,7	-0,1	-0,54
1841...	-0,6	-2,3	3,6	1,0	3,5	-2,5	-2,9	-1,0	2,1	0,1	-0,3	1,7	-2,7	2,7	-2,1	0,6	0,21
1842...	-3,5	1,2	1,7	-0,8	0,9	0,6	-0,9	3,1	0,0	-2,5	-1,3	1,3	-0,2	0,6	0,9	-1,3	-0,02
1843...	1,0	-1,2	0,7	0,5	-0,5	-2,2	-1,2	0,5	0,8	-1,0	0,7	1,3	0,4	0,2	-1,0	0,2	-0,06
1844...	-0,8	-2,1	-0,5	2,3	-1,0	-0,7	-1,7	-3,0	-0,4	-1,1	0,8	-5,2	-0,5	0,2	-1,8	-0,2	-1,12
1845...	0,0	-6,1	-6,2	0,8	-2,7	0,1	-0,8	-2,6	-2,0	-0,4	1,6	1,5	-3,8	-2,7	-1,1	-0,3	-1,41
1846...	3,4	2,5	1,7	0,7	-0,6	2,2	1,3	2,2	1,5	0,2	-0,5	-3,4	2,5	0,6	1,9	0,4	0,76
1847...	-2,3	-1,8	-0,6	-2,5	1,7	-2,0	1,5	0,6	-2,3	-0,4	1,6	-1,1	-3,2	-0,5	0,0	-0,4	-0,64
1848...	-4,6	2,6	1,6	2,1	1,2	0,3	-0,2	-1,5	-0,8	0,8	0,3	1,8	-1,0	1,6	-0,4	0,1	0,31
1849...	0,8	2,6	-0,4	-0,2	1,1	0,0	-0,6	-1,1	0,3	-0,3	-0,4	-0,6	1,7	0,1	-0,6	-0,1	0,09
1850...	-4,3	2,7	-1,4	1,9	-1,1	0,1	-0,4	-1,2	-1,6	-2,7	2,1	0,5	-0,7	-0,2	-0,5	-0,7	-0,40
1851...	2,9	0,5	0,9	0,6	-1,9	-0,1	-0,3	0,3	-1,4	0,7	-2,5	0,3	1,3	-0,2	-0,1	-1,0	0,01
1852...	3,0	0,9	-1,0	-1,5	0,2	-1,1	3,5	1,1	0,3	-1,6	4,4	4,6	1,4	-0,8	1,1	1,0	1,06
1853...	3,6	-2,6	-3,4	-0,4	-0,1	0,2	0,8	-0,2	0,1	0,8	-1,0	-5,5	1,9	-1,5	0,2	0,0	-0,65
1854...	0,9	0,0	1,5	1,4	-0,6	-1,5	0,1	-0,4	0,2	-0,2	-1,0	1,7	-1,5	0,7	-0,6	-0,3	0,17
1855...	-2,3	-6,9	-1,5	-0,9	-1,8	-0,9	0,0	0,6	-0,1	1,3	-1,4	-2,7	-2,5	-1,4	-0,1	-0,1	-1,59
1856...	2,3	2,1	-0,9	1,1	-1,2	-0,2	-1,1	1,8	-1,0	0,5	-2,2	1,0	0,6	-0,4	0,1	-0,9	0,18
1857...	-0,4	0,0	0,4	0,2	0,9	0,9	1,8	2,8	2,2	1,5	1,0	1,9	0,2	0,5	1,8	1,6	1,09
1858...	-0,9	-2,4	-0,9	1,0	-1,5	3,7	-0,5	0,2	2,1	-0,1	-4,0	0,9	-0,5	-0,4	1,1	-0,7	-0,19
1859...	1,7	2,6	2,9	0,5	0,7	1,3	3,2	1,5	0,4	1,4	-0,9	-2,5	1,7	1,5	2,0	0,3	1,06
1860...	2,7	-2,5	-1,1	-1,4	0,9	-1,4	-1,9	-2,0	-1,1	-0,2	-2,0	-1,5	-0,7	-0,6	-1,8	-1,1	-0,95
1861...	-4,2	2,6	1,7	-1,1	-1,5	0,8	-0,1	1,0	0,1	1,5	-0,3	0,4	-1,0	-0,3	0,5	0,4	0,07
1862...	0,2	1,4	3,5	2,5	2,7	-1,5	-0,9	-0,4	0,8	1,4	-0,6	2,3	0,7	2,9	-1,0	0,5	0,94
Moyenne de la 1re décade.	-0,3	0,6	0,4	-0,6	0,4	0,1	-0,3	0,0	0,1	-0,2	0,4	0,7	0,3	0,0	-0,1	0,1	0,11
2me —	-0,1	0,1	-0,5	0,5	-0,4	-0,3	0,1	-0,5	-0,6	-0,6	0,8	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,1	-0,15
3me —	0,4	-0,6	0,2	0,3	-0,1	0,1	0,1	0,5	0,4	0,8	-1,2	-0,4	-0,1	0,1	0,2	0,0	0,03
Maximum.	5,7	3,1	3,7	2,5	3,5	3,7	3,5	3,1	2,3	1,5	4,4	4,6	3,5	2,9	2,0	1,6	1,88
Minimum.	-7,4	-6,9	-6,2	-3,2	-2,7	-2,5	-2,9	-3,0	-2,3	-2,7	-4,0	-5,5	-3,8	-2,9	-2,1	-1,3	-1,41

TABLEAU N° 8.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL PAR ANNÉE.

ANNÉE.	TEMPÉRATURE moyenne de l'année.	MOYENNE des maxima diurnes.	MOYENNE des minima diurnes.	MOYENNE des maxima mensuels.	MOYENNE des minima mensuels.	MAXIMUM absolu de l'été.	DATE du maximum.	MINIMUM ABSOLU de l'hiver précédent.	DATE du minimum.	NOMBRE de jours de l'été où la température a atteint			NOMBRE de jours de l'hiver où la température a atteint		
										20°	25°	30°	0°	-5°	-10°
1833. .	10°,23	14°,3	6°,1	18°,7	1°,2	28°,7	17 mai.	- 9°,3	24 janv.	104	22	»	?	?	?
1834. .	12,12	16,0	8,2	22,2	2,3	33,1	18 juillet.	- 4,0	15 nov. 1833.	139	56	6	23	»	»
1835. .	10,58	14,5	6,7	20,2	1,0	29,8	10 juin. 11 août.	- 3,0	8 janv.	96	38	»	30	1	»
1836. .	10,59	14,2	6,9	20,3	0,9	30,1	6 juillet.	-11,7	2 -	90	22	1	54	10	2
1837. .	9,80	13,4	6,2	19,7	0,1	29,7	19 août.	- 9,8	31 déc. 1836.	97	30	»	55	12	»
1838. .	9,15	12,9	5,4	19,6	-0,9	30,8	13 juillet.	-18,8	16 janv.	92	21	2	62	32	21
1839. .	10,62	14,3	6,9	20,1	1,1	32,9	18 juin.	- 9,3	1 fév.	102	31	2	58	4	»
1840. .	9,70	13,5	5,9	19,0	-0,5	27,6	2 -	-12,8	10 janv.	96	15	»	54	16	2
1841. .	10,45	14,1	6,9	21,6	0,7	28,8	26 mai.	-12,9	17 déc. 1840.	98	22	»	61	29	10
1842. .	10,22	14,2	6,2	19,9	0,6	32,6	18 août.	-12,6	9 janv.	115	40	12	54	11	3
1843. .	10,18	13,9	6,5	20,9	1,8	32,8	5 juillet.	- 5,7	4 mars.	90	22	1	58	3	»
1844. .	9,12	12,8	5,4	19,0	0,6	30,6	24 juin.	- 9,1	16 janv.	76	14	1	57	5	»
1845. .	8,83	12,4	5,3	18,7	0,3	32,7	6 juillet.	-13,0	20 fév.	72	12	5	91	41	15
1846. .	11,00	14,8	7,2	21,5	2,1	34,2	1 août.	- 5,2	11 -	111	51	10	18	2	»
1847. .	9,60	13,3	5,9	20,0	-0,1	32,1	17 juillet.	-12,6	18 déc. 1846.	92	35	4	82	29	4
1848. .	10,55	14,3	6,8	20,3	1,1	30,3	7 -	-13,7	28 janv.	108	19	1	46	17	2
1849. .	10,33	14,1	6,5	20,7	0,8	32,8	8 -	- 9,7	2 -	102	26	3	32	9	»
1850. .	9,78	13,5	6,1	19,4	0,2	30,9	26 juin.	-13,6	21 -	83	19	2	65	17	3
1851. .	10,25	13,8	6,7	18,8	1,6	29,4	1 juillet	- 3,3	28 fév.	84	21	»	31	»	»
1852. .	11,30	15,0	7,6	20,3	2,5	32,9	17 -	- 4,9	29 déc. 1851.	102	37	12	53	»	»
1853. .	9,59	13,1	6,1	18,7	0,5	30,7	8 -	- 8,0	19 fév.	94	20	2	42	7	»
1854. .	10,41	14,0	6,7	19,7	1,9	30,7	24 -	-15,8	26 déc. 1853.	90	17	2	68	16	6
1855. .	8,85	12,4	5,3	18,9	-1,0	28,9	6 juin.	-16,6	2 fév.	89	23	»	68	32	15
1856. .	10,42	13,8	7,0	19,7	0,9	29,8	1 août.	-13,2	22 déc. 1855.	83	23	»	54	10	2
1857. .	11,33	15,1	7,6	21,5	1,4	34,6	4 -	- 9,1	8 janv.	127	52	7	47	8	»
1858. .	10,05	13,8	6,3	20,5	0,0	34,7	15 juin.	-10,5	5 -	105	34	11	62	16	1
1859. .	11,30	14,8	7,7	21,1	1,8	31,5	28 -	-10,4	25 nov. 1858.	114	47	6	39	4	1
1860. .	9,29	12,6	6,1	18,2	1,2	28,1	16 juillet.	-12,4	19 déc. 1859.	57	5	»	57	13	3
1861. .	10,31	13,8	6,8	20,2	1,1	29,8	12 août.	-16,8	8 et 16 janv.	100	23	»	55	22	7
1862. .	11,18	14,6	7,7	20,7	1,1	27,2	2 -	-10,2	19 -	98	15	»	53	10	1
MOYENNE de la 1re déc.	10,35	14,1	6,5	20,1	0,6	30,4	4 juillet.	-10,6	4 janv.	103	30	2	50	13	4
2me —	10,09	13,8	6,4	20,0	1,1	31,9	8 -	- 9,3	27 -	92	25	4	53	12	2
3me —	10,27	13,8	6,7	19,0	0,9	30,6	15 -	-12,3	7 -	96	26	3	54	14	4
MOY. GÉN.	10,24	13,9	6,6	20,0	0,9	31,0	9 juillet.	-10,7	12 janv.	97	27	3	53	13	3
MAXIMUM.	12,12	16,0	8,2	22,2	2,5	34,7	17 mai.	- 3,3	15 nov.	139	56	12	91	41	21
MINIMUM.	8,83	12,4	5,3	18,2	-1,0	27,2	19 août.	-18,8	4 mars.	57	5	0	18	0	0

Tableau n° 9.

VARIATION DIURNE AUX DIFFÉRENTES ÉPOQUES DE L'ANNÉE. — 1843-1862.

MOIS.	MINUIT	2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.	MIDI.	1 H.	2 H.	3 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.	MAX.	MIN.	MOY.	AMPLITUDE diurne.
Janv. 1re déc.	-0°,49	-0°,66	-0°,77	-0°,81	-0°,70	-0°,59	0°,15	1°,08	1°,21	1°,37	1°,27	0°,81	0°,30	-0°,01	-0°,18	-0°,30	2°,47	-1°,89	0°,29	4°,36
2me —	-0,54	-0,69	-0,86	-0,94	-0,99	-0,59	0,04	1,18	1,48	1,60	1,47	1,02	0,40	0,06	-0,11	-0,30	2,45	-2,07	0,19	4,52
3me —	-0,69	-0,72	-0,85	-0,91	-0,80	-0,50	-0,14	1,22	1,55	1,65	1,47	1,09	0,37	0,06	-0,19	-0,29	2,49	-2,03	0,25	4,52
Fév. 1re déc.	-0,49	-0,71	-0,92	-1,10	-1,02	-0,56	0,08	1,26	1,53	1,71	1,59	1,23	0,39	-0,02	-0,22	-0,37	2,65	-2,07	0,29	4,72
2me —	-0,90	-1,13	-1,32	-1,46	-1,29	-0,60	0,22	1,60	1,99	2,18	2,13	1,80	0,72	0,06	-0,24	-0,47	3,00	-2,25	0,39	5,25
3me —	-1,03	-1,42	-1,80	-1,80	-1,46	-0,60	0,33	1,90	2,28	2,61	2,62	2,25	0,90	0,12	-0,29	-0,63	3,43	-2,59	0,42	6,02
Mars 1re déc.	-1,09	-1,45	-1,76	-1,94	-1,36	-0,45	0,41	1,85	2,31	2,56	2,60	2,30	1,05	0,06	-0,33	-0,62	3,52	-2,53	0,50	6,05
2me —	-1,43	-1,78	-2,10	-2,31	-1,47	-0,40	0,60	2,19	2,45	2,87	2,92	2,68	1,25	0,12	-0,27	-0,66	3,77	-2,95	0,41	6,72
3me —	-1,65	-2,16	-2,57	-2,72	-1,27	-0,08	1,00	2,62	3,02	3,30	3,25	2,91	1,51	-0,04	-0,49	-0,90	4,08	-3,42	0,53	7,50
Avril. 1re déc.	-1,84	-2,42	-2,84	-2,94	-1,31	0,08	1,17	2,79	3,24	3,58	3,56	3,19	1,88	-0,07	-0,69	-1,15	4,76	-3,58	0,59	8,34
2me —	-2,16	-2,68	-3,15	-3,00	-1,03	0,28	1,25	2,76	3,18	3,56	3,61	3,38	2,30	0,01	-0,70	-1,24	4,78	-3,78	0,50	8,56
3me —	-2,44	-3,07	-3,59	-3,13	-0,73	0,70	1,81	3,19	3,67	3,73	3,78	3,46	2,30	-0,13	-0,86	-1,48	5,20	-4,20	0,50	9,40
Mai 1re déc.	-2,68	-3,33	-3,79	-3,06	-0,72	0,56	1,73	3,19	3,68	3,96	3,90	3,71	2,41	0,01	-0,87	-1,43	5,18	-4,29	0,45	9,47
2me —	-2,51	-3,30	-3,88	-2,79	-0,51	0,71	1,66	2,96	3,33	3,72	3,98	3,65	2,42	0,09	-0,79	-1,45	5,17	-4,33	0,42	9,50
3me —	-2,91	-3,55	-4,11	-2,88	-0,42	0,81	1,73	3,20	3,74	3,99	4,05	3,86	2,76	-0,01	-0,99	-1,70	5,38	-4,60	0,39	9,98
Juin 1re déc.	-3,00	-3,75	-4,32	-2,88	-0,27	0,88	1,80	3,20	3,66	4,04	4,17	3,88	2,84	0,15	-0,99	-1,69	5,64	-4,64	0,50	10,28
2me —	-2,89	-3,81	-4,31	-2,95	-0,28	0,85	1,80	3,29	3,69	3,92	3,88	3,82	2,82	0,28	-0,93	-1,71	5,51	-4,71	0,40	10,22
3me —	-2,66	-3,35	-3,81	-2,59	-0,21	0,83	1,65	2,88	3,25	3,67	3,79	3,42	2,50	0,16	-0,98	-1,69	5,38	-4,31	0,53	9,69
Juill. 1re déc.	-2,83	-3,48	-3,97	-2,86	-0,22	0,92	1,81	2,95	3,38	3,61	3,70	3,66	2,82	0,27	-0,96	-1,72	5,31	-4,41	0,45	9,72
2me —	-2,83	-3,61	-4,15	-3,11	-0,62	0,61	1,64	3,10	3,47	3,96	4,00	4,00	2,94	0,41	-0,89	-1,73	5,32	-4,58	0,37	9,90
3me —	-2,57	-3,21	-3,73	-2,93	-0,51	0,64	1,57	2,88	3,28	3,72	3,73	3,58	2,64	0,17	-0,88	-1,59	5,03	-4,34	0,34	9,37
Août 1re déc.	-2,58	-3,24	-3,82	-3,24	-0,71	0,59	1,68	3,11	3,58	3,86	4,02	3,82	2,52	-0,02	-0,96	-1,62	5,11	-4,29	0,41	9,40
2me —	-2,34	-2,94	-3,40	-2,98	-0,77	0,53	1,64	3,09	3,70	3,72	3,81	3,54	2,16	-0,21	-0,93	-1,48	5,01	-3,81	0,60	8,82
3me —	-1,99	-2,60	-3,04	-2,93	-1,02	0,33	1,25	2,80	3,28	3,52	3,62	3,33	2,03	-0,21	-0,75	-1,28	4,62	-3,57	0,52	8,19
Sept. 1re déc.	-2,01	-2,61	-3,13	-3,21	-1,27	0,21	1,39	3,12	3,70	3,90	3,89	3,46	1,89	-0,14	-0,83	-1,33	4,83	-3,78	0,52	8,61
2me —	-1,89	-2,44	-2,94	-3,08	-1,25	0,11	1,44	3,07	3,73	3,73	3,74	3,34	1,51	-0,23	-0,79	-1,29	4,60	-3,68	0,46	8,28
3me —	-1,50	-2,03	-2,30	-2,64	-1,24	0,02	1,19	2,76	3,24	3,32	3,26	2,81	1,02	-0,26	-0,64	-1,02	4,23	-3,18	0,52	7,41
Oct. 1re déc.	-1,29	-1,66	-2,01	-2,14	-1,11	-0,02	1,11	2,49	2,83	2,97	2,67	2,19	0,57	-0,34	-0,61	-0,86	4,01	-2,82	0,60	6,83
2me —	-1,04	-1,48	-1,80	-1,96	-1,06	-0,07	0,94	2,32	2,77	2,68	2,56	2,00	0,50	-0,25	-0,57	-0,82	3,73	-2,59	0,57	6,32
3me —	-1,10	-1,48	-1,73	-1,93	-1,34	-0,42	0,63	2,26	2,58	2,85	2,55	2,06	0,57	-0,04	-0,35	-0,65	3,67	-2,58	0,55	6,25
Nov. 1re déc.	-0,71	-0,95	-1,25	-1,43	-1,12	-0,42	0,51	1,84	2,19	2,17	1,95	1,38	0,33	-0,15	-0,37	-0,56	3,24	-2,13	0,55	5,37
2me —	-0,55	-0,78	-1,07	-1,25	-1,05	-0,22	0,42	1,52	1,74	1,87	1,66	1,14	0,36	-0,08	-0,32	-0,55	2,97	-2,00	0,48	4,97
3me —	-0,54	-0,65	-0,88	-0,93	-0,83	-0,30	0,22	1,23	1,32	1,42	1,53	1,02	0,29	-0,01	-0,17	-0,28	2,44	-2,01	0,22	4,45
Déc. 1re déc.	-0,48	-0,63	-0,75	-0,88	-0,75	-0,39	0,22	1,24	1,34	1,46	1,20	0,79	0,17	-0,05	-0,20	-0,30	2,34	-1,93	0,20	4,27
2me —	-0,37	-0,55	-0,68	-0,72	-0,72	-0,44	0,17	1,15	1,23	1,39	1,15	0,69	0,15	-0,10	-0,26	-0,35	2,62	-1,75	0,43	4,37
3me —	-0,43	-0,52	-0,68	-0,76	-0,71	-0,52	-0,05	0,93	1,23	1,23	1,12	0,77	0,32	0,11	-0,10	-0,10	2,18	-1,80	0,19	3,98
Moyenne.	-1,62	-2,08	-2,45	-2,20	-0,89	0,07	0,97	2,34	2,72	2,93	2,89	2,56	1,44	-0,01	-0,58	-0,99	4,06	-3,21	0,43	7,27

TABLEAU N° 10.

ÉPOQUES LIMITES DES HAUTES TEMPÉRATURES MOYENNES DIURNES, PAR ANNÉE.

ANNÉE.	12°		14°		16°		18°		20°		22°		24°		26°	
	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
1833 . .	5 avril.	29 oct.	3 mai.	28 oct.	3 mai.	25 sept.	4 mai.	25 sept.	16 mai.	20 juill.	29 juin.	29 juin.	»	»	»	»
1834 . .	19 –	8 nov.	28 avril.	8 nov.	30 avril.	6 nov.	6 –	10 oct.	9 –	21 sept.	21 –	20 sept.	21 juin.	31 juill.	»	»
1835 . .	1 –	1 déc.	1 –	1 oct.	3 –	1 oct.	3 juin.	25 sept.	4 juin.	23 août.	7 –	22 août.	12 août.	12 août.	»	»
1836 . .	19 mars.	30 nov.	20 mars.	29 nov.	1 juin.	15 –	10 –	8 oct.	11 –	15 –	16 –	29 juill.	12 juill.	12 juill.	»	»
1837 . .	30 avril.	19 oct.	26 mai.	7 oct.	28 mai.	5 –	29 mai.	18 sept.	10 –	23 –	14 –	21 août.	»	»	»	»
1838 . .	12 –	3 déc.	26 avril.	9 nov.	2 –	30 sept.	5 –	28 –	18 –	29 –	6 juill.	15 juill.	13 juill.	14 juill.	14 juill.	14 juill.
1839 . .	30 –	24 –	2 mai.	15 oct.	8 –	12 oct.	9 –	12 –	1 –	12 sept.	13 juin.	18 –	18 juin.	19 juin.	»	»
1840 . .	16 –	18 nov.	25 avril.	29 sept.	26 avril.	11 sept.	1 juin.	3 –	2 –	3 –	3 sept.	3 sept.	»	»	»	»
1841 . .	17 mars.	1 déc.	26 mars.	4 oct.	26 –	2 oct.	27 avril.	1 oct.	25 mai.	15 –	26 mai.	28 mai.	»	»	»	»
1842 . .	23 avril.	12 oct.	23 avril.	20 sept.	24 –	19 sept.	27 mai.	19 sept.	9 juin.	8 –	11 juin.	26 août.	10 août.	25 août.	»	»
1843 . .	21 mars.	6 nov.	23 mars.	31 oct.	20 –	31 oct.	1 juin.	18 –	18 –	30 août.	5 juill.	19 –	5 juill.	5 juill.	»	»
1844 . .	3 avril.	15 oct.	4 avril.	18 sept.	6 juin.	17 sept.	8 –	17 –	22 –	8 sept.	22 juin.	24 juin.	»	»	»	»
1845 . .	20 –	9 nov.	22 –	4 oct.	27 mai.	4 oct.	3 –	17 –	12 –	23 juill.	12 –	7 juill.	7 juill.	7 juill.	»	»
1846 . .	24 fév.	25 –	12 –	10 –	24 –	17 sept.	3 –	17 –	6 –	11 sept.	7 –	8 août.	5 –	7 août.	1 août.	6 août.
1847 . .	7 mai.	8 –	8 mai.	18 –	11 –	13 –	23 mai.	22 août.	23 mai.	21 août.	29 mai.	20 –	17 –	16 –	»	»
1848 . .	28 mars.	30 oct.	31 mars.	25 –	3 avril.	9 oct.	15 –	7 sept.	13 juin.	29 –	13 juin.	8 juill.	»	»	»	»
1849 . .	7 avril.	4 nov.	2 mai.	26 –	4 mai.	24 sept.	27 –	7 –	28 mai.	4 sept.	1 –	2 sept.	6 juin.	9 juill.	»	»
1850 . .	4 –	3 –	8 avril.	27 sept.	9 avril.	21 –	6 juin.	19 août.	25 juin.	15 août.	27 –	6 août.	»	»	»	»
1851 . .	17 –	24 oct.	18 –	14 oct.	19 –	6 –	4 –	24 –	13 –	24 –	22 –	2 juill.	»	»	»	»
1852 . .	30 mars.	17 nov.	9 mai.	9 nov.	11 mai.	2 nov.	17 mai.	8 sept.	17 mai.	30 –	5 juill.	26 –	6 juill.	18 juill.	17 juill.	17 juill.
1853 . .	7 avril.	3 –	3 –	29 oct.	24 –	17 sept.	26 –	14 –	26 –	22 –	29 juin.	10 –	8 –	9 –	»	»
1854 . .	15 mars.	1 –	15 avril.	11 –	15 avril.	6 oct.	21 avril.	20 –	26 juin.	17 sept.	21 juill.	26 –	24 –	26 –	»	»
1855 . .	14 avril.	24 oct.	24 mai.	8 –	25 mai.	4 –	25 mai.	1 oct.	26 mai.	29 août.	7 juin.	3 août.	»	»	»	»
1856 . .	3 –	10 déc.	26 avril.	14 –	26 avril.	9 –	3 juin.	1 sept.	13 juin.	18 –	28 –	14 –	11 août.	11 août.	»	»
1857 . .	19 mars.	8 nov.	6 –	7 nov.	11 mai.	5 –	21 mai.	26 –	21 mai.	8 sept.	22 mai.	1 sept.	29 juin.	5 –	4 août.	5 août.
1858 . .	31 –	20 oct.	16 –	19 oct.	16 avril.	30 sept.	22 –	30 –	1 juin.	23 –	3 juin.	19 août.	4 –	19 –	4 juin.	17 juin.
1859 . .	29 –	7 nov.	7 –	18 –	8 –	16 oct.	28 –	7 oct.	28 mai.	26 –	27 –	27 –	4 juill.	26 –	4 juill.	4 juill.
1860 . .	7 avril.	29 oct.	8 mai.	28 sept.	11 mai.	23 sept.	11 –	17 août.	24 juin.	17 juill.	»	»	»	»	»	»
1861 . .	27 mars.	23 –	11 –	22 oct.	12 –	12 oct.	30 –	11 oct.	14 –	17 août.	20 juin.	16 août.	13 août.	13 août.	»	»
1862 . .	9 –	16 –	25 mars.	16 –	25 avril.	16 –	26 avril.	15 –	2 mai.	22 –	»	»	»	»	»	»
Moyenne de la 1re décade.	11 avril.	17 nov.	21 avril.	18 oct.	3 mai.	4 oct.	18 mai.	24 sept.	1 juin.	29 août.	24 juin.	3 août.	15 juill.	24 juill.	14 juill.	14 juill.
2me —	4 –	5 –	16 –	15 –	4 –	30 sept.	29 –	6 –	8 –	26 –	17 –	28 juill.	3 –	21 –	24 –	27 –
3me —	28 mars.	2 –	23 –	17 –	2 –	5 oct.	18 –	23 –	3 –	29 –	20 –	11 août.	14 –	7 août.	4 –	9 –
Moy. gén.	4 avril.	8 nov.	20 avril.	17 oct.	3 mai.	3 oct.	22 mai.	18 sept.	4 juin.	28 août.	20 juin.	3 août.	10 juill.	28 juill.	13 juill.	16 juill.
Prem. ép.	24 fév.	12 oct.	20 mars.	18 sept.	3 avril.	6 sept.	21 avril.	17 août.	2 mai.	17 juill.	22 mai.	28 mai.	4 juin.	19 juin.	4 juin.	17 juin.
Dern. ép.	7 mai.	24 déc.	26 mai.	29 nov.	6 juin.	6 nov.	10 juin.	15 oct.	26 juin.	26 sept.	3 sept.	20 sept.	13 août.	26 août.	4 août.	6 août.

ÉPOQUES LIMITES DES BASSES TEMPÉRA

ANNÉE.	10°		8°		6°		4°		2°		0°	
	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
1832-33. .	?	1 mai.	?	22 avril.	?	18 avril.	?	26 mars.	?	25 mars.	?	13 mars.
1833-34. .	2 sept.	27 avril.	11 oct.	25 –	5 nov.	15 –	9 nov.	13 avril.	14 nov.	19 –	15 nov.	10 fév.
1834-35. .	2 oct.	28 juin.	24 –	28 –	27 oct.	28 –	13 –	18 –	13 –	22 janv.	20 –	8 janv.
1835-36. .	11 –	27 mai.	11 –	4 mai.	19 –	1 mai.	19 oct.	25 fév.	5 –	23 fév.	10 –	21 fév.
1836-37. .	22 sept.	3 juin.	22 –	22 –	29 –	18 avril.	29 –	15 avril.	24 déc.	11 avril.	25 déc.	10 avril.
1837-38. .	25 –	9 –	26 –	17 –	4 nov.	30 –	8 nov.	21 –	16 nov.	23 fév.	7 –	20 fév.
1838-39. .	4 oct.	25 mai.	13 –	15 –	13 oct.	25 –	13 –	9 –	20 –	7 avril.	25 nov.	7 mars.
1839-40. .	20 –	23 –	25 –	21 –	26 –	10 –	29 oct.	29 mars.	29 oct.	28 mars.	8 déc.	2 –
1840-41. .	18 sept.	22 avril.	10 –	17 avril.	20 nov.	12 –	26 nov.	5 –	28 nov.	2 –	29 nov.	1 –
1841-42. .	19 oct.	10 mai.	20 –	20 –	22 oct.	18 –	8 –	17 avril.	16 –	10 avril.	18 –	6 fév.
1842-43. .	29 sept.	9 –	1 –	8 mai.	20 –	14 –	4 –	14 –	6 –	9 mars.	6 –	4 mars.
1843-44. .	27 –	28 –	13 –	18 –	15 –	22 mars.	17 oct.	21 mars.	12 –	20 –	14 –	23 fév.
1844-45. .	22 –	22 –	8 –	19 –	29 –	12 avril.	2 nov.	22 –	30 –	22 –	1 déc.	21 mars.
1845-46. .	25 –	15 –	15 –	30 avril.	3 nov.	27 –	3 –	21 –	13 déc.	11 fév.	4 janv.	11 fév.
1846-47. .	21 oct.	6 –	21 –	25 –	5 –	19 –	6 –	18 avril.	7 nov.	12 mars.	12 nov.	12 mars.
1847-48. .	28 sept.	2 –	14 –	1 mai.	27 oct.	11 –	18 –	9 mars.	20 déc.	8 –	20 déc.	29 janv.
1848-49. .	14 oct.	11 –	19 –	10 –	19 –	22 –	9 –	18 avril.	11 nov.	26 –	21 –	13 –
1849-50. .	9 –	18 –	10 –	16 –	13 –	3 mai.	21 –	30 mars.	22 –	27 –	27 nov.	18 mars.
1850-51. .	14 sept.	16 –	12 –	6 –	22 –	6 –	23 oct.	11 –	29 –	3 –	30 –	3 –
1851-52. .	27 –	7 –	30 –	5 –	31 –	4 –	5 nov.	20 avril.	18 –	15 –	19 –	26 fév.
1852-53. .	7 oct.	11 –	8 –	11 –	17 –	15 avril.	1 déc.	14 –	26 janv.	30 –	14 fév.	27 mars.
1853-54. .	27 sept.	1 –	4 –	30 avril.	5 nov.	30 –	13 nov.	22 mars.	14 nov.	22 fév.	10 déc.	14 fév.
1854-55. .	8 oct.	30 –	27 –	13 mai.	10 –	23 –	14 –	6 avril.	19 –	26 mars.	28 nov.	11 mars.
1855-56. .	26 sept.	7 –	2 nov.	6 –	2 –	3 mai.	6 –	31 mars.	21 –	30 –	26 –	22 fév.
1856-57. .	20 oct.	8 –	25 oct.	7 –	26 oct.	28 avril.	27 oct.	27 avril.	3 –	22 –	6 –	11 mars.
1857-58. .	23 –	13 –	1 nov.	13 –	11 nov.	14 –	12 nov.	13 –	20 –	13 –	13 déc.	7 –
1858-59. .	9 –	6 –	26 oct.	24 avril.	30 oct.	19 –	31 oct.	17 –	1 –	17 janv.	10 nov.	10 janv.
1859-60. .	22 –	20 –	22 –	28 –	22 –	23 –	12 nov.	16 mars.	12 –	12 mars.	20 –	12 mars.
1860-61. .	5 –	20 –	10 –	8 mai.	13 –	28 –	2 –	10 avril.	5 –	13 fév.	19 déc.	20 janv.
1861-62. .	18 –	18 avril.	27 –	16 avril.	27 –	16 –	28 oct.	14 –	18 –	5 mars.	19 nov.	2 mars.
1862-63. .	19 –	»	25 –	»	17 nov.	»	19 nov.	»	20 –	»	20 –	»
Moyenne de la 1re décade.	30 sept.	21 mai.	16 oct.	4 mai.	28 oct.	21 avril.	6 nov.	2 avril.	17 nov.	15 mars.	25 nov.	24 fév.
2me —	1 oct.	13 –	15 –	8 –	24 –	20 –	7 –	31 mars.	31 –	13 –	11 déc.	24 –
3me —	12 –	11 –	23 –	4 –	1 nov.	23 –	7 –	8 avril.	13 –	8 –	26 nov.	24 –
Moy. gén.	4 oct.	15 mai.	18 oct.	5 mai.	28 oct.	21 avril.	7 nov.	3 avril.	20 nov.	12 mars.	1 déc.	24 fév.
Prem. ép.	2 sept.	18 avril.	1 –	16 avril.	13 –	22 mars.	17 oct.	25 fév.	29 oct.	17 janv.	6 nov.	8 janv.
Dern. ép.	23 oct.	28 juin.	2 nov.	22 mai.	20 nov.	6 mai.	1 déc.	27 avril.	26 janv.	11 avril.	14 fév.	10 avril.

TURES MOYENNES DIURNES, PAR ANNÉE.

-2°		-4°		-6°		-8°		-10°		-12°		-14°	
Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
?	9 mars.	?	25 janv.	?	10 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
11 déc.	10 janv.	11 déc.	3 janv.	21 déc.	2 janv.	2 janv.	2 janv.	»	»	»	»	»	»
25 –	24 mars.	26 déc.	31 déc.	27 –	31 déc.	»	»	»	»	»	»	»	»
8 janv.	17 fév.	8 janv.	16 fév.	9 janv.	16 fév.	9 janv.	26 janv	14 janv.	26 janv.	14 janv.	25 janv.	19 janv.	19 janv.
25 nov.	3 –	1 fév.	1 fév.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
7 janv.	1 mars.	8 janv.	23 –	11 janv.	11 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»
14 déc.	10 fév.	14 déc.	10 –	14 déc.	10 fév.	15 déc.	17 déc.	»	»	»	»	»	»
4 janv.	6 –	4 janv.	12 janv.	8 janv.	9 janv.	9 janv.	9 janv.	»	»	»	»	»	»
3 mars.	3 mars.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
13 janv.	14 fév.	14 janv.	16 janv.	15 janv.	15 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»
3 déc.	19 mars.	4 déc.	15 mars.	8 déc.	15 mars	10 déc.	13 mars.	20 fév.	20 fév.	»	»	»	»
10 fév.	10 fév.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
2 déc.	12 mars.	18 déc.	12 mars.	18 déc.	11 mars	18 déc.	17 janv.	»	»	»	»	»	»
21 –	29 janv.	10 janv.	28 janv.	10 janv.	28 janv.	28 janv.	28 –	»	»	»	»	»	»
21 –	7 –	22 déc.	3 –	2 janv.	3 –	»	»	»	»	»	»	»	»
27 nov.	31 –	13 janv.	23 –	14 –	23 –	14 janv.	22 janv.	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
29 déc.	2 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
14 fév.	20 mars.	19 fév.	19 fév.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
11 déc.	14 fév.	18 déc.	30 déc.	18 déc.	30 déc.	19 déc.	26 déc.	26 déc.	26 déc.	26 déc.	26 déc.	»	»
17 janv.	23 –	17 janv.	23 fév.	18 janv.	21 fév.	19 janv.	21 fév.	2 fév.	18 fév.	»	»	»	»
4 déc.	15 janv.	19 déc.	22 déc.	20 déc.	22 déc.	21 déc.	22 déc.	22 déc.	22 déc.	»	»	»	»
7 janv.	6 fév.	8 janv.	5 fév.	8 janv.	8 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»
4 –	27 –	5 janv.	7 janv.	5 –	7 –	»	»	»	»	»	»	»	»
19 nov.	24 nov.	23 nov.	24 nov.	23 nov.	23 nov.	»	»	»	»	»	»	»	»
4 déc.	24 fév.	4 déc.	14 fév.	17 déc.	20 déc.	18 déc.	20 déc.	19 déc.	19 déc.	»	»	»	»
22 –	17 janv.	25 –	17 janv.	29 –	17 janv.	8 janv.	16 janv.	8 janv.	16 janv.	9 janv.	10 janv.	»	»
30 –	10 fév.	17 janv.	9 fév.	18 –	19 –	»	»	»	»	»	»	»	»
25 nov.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
31 déc.	17 fév.	1 janv.	27 janv.	31 déc.	17 janv.	1 janv.	6 janv.	14 janv.	26 janv.	14 janv.	25 janv.	19 janv.	19 janv.
31 –	10 –	5 –	5 fév.	1 janv.	5 fév.	2 –	4 fév.	20 fév.	20 fév.	»	»	»	»
18 –	5 –	26 déc.	20 janv.	24 déc.	5 janv.	29 déc.	9 janv.	3 janv.	8 janv.	2 janv.	3 janv.	»	»
26 déc.	10 fév.	31 déc.	26 janv.	28 déc.	17 janv.	31 déc.	16 janv.	11 janv.	17 janv.	6 janv.	10 janv.	19 janv.	19 janv.
19 nov.	24 nov.	23 nov.	24 nov.	23 nov.	23 nov.	10 –	17 déc.	19 déc.	19 déc.	26 déc.	26 déc.	19 –	19 –
3 mars.	24 mars.	19 fév.	15 mars.	18 janv.	15 mars.	28 janv.	13 mars.	20 fév.	20 fév.	14 janv.	25 janv.	19 –	19 –

ÉPOQUES LIMITES DES TEMPÉRATURES

ANNÉE.	14°		16°		18°		20°		22°	
	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
1833	3 avril.	30 oct.	5 avril.	30 oct.	2 mai.	29 sept.	3 mai.	25 sept.	4 mai.	30 août.
1834	8 mars.	10 nov.	19 –	8 nov.	20 avril.	8 nov.	28 avril.	15 oct.	5 –	10 oct.
1835	13 –	1 déc.	1 –	8 oct.	2 –	1 oct.	2 –	1 –	3 avril.	25 sept.
1836	7 –	30 nov.	19 mars.	30 nov.	20 mars.	16 –	21 mars.	16 –	10 juin.	8 oct.
1837	25 avril.	24 oct.	30 avril.	13 oct.	18 mai.	7 –	27 mai.	4 –	29 mai.	10 sept.
1838	6 –	3 déc.	12 –	10 nov.	26 avril.	2 –	2 –	28 sept.	2 –	28 –
1839	16 –	28 déc.	17 –	22 oct.	1 mai.	16 –	6 –	12 oct.	8 –	12 oct.
1840	12 –	18 nov.	13 –	17 nov.	15 avril.	29 sept.	25 avril.	11 sept.	26 avril.	3 sept.
1841	20 fév.	1 déc.	13 mars.	4 oct.	18 mars.	2 oct.	27 mars.	2 oct.	27 –	2 oct.
1842	21 avril.	29 nov.	22 avril.	27 sept.	22 avril.	20 sept.	23 avril.	20 sept.	23 –	19 sept.
1843	17 mars.	6 –	19 mars.	6 nov.	22 mars.	31 oct.	19 –	6 oct.	20 –	21 –
1844	28 –	15 oct.	2 avril.	13 oct.	3 avril.	28 sept.	4 –	17 sept.	26 –	8 –
1845	2 avril.	9 nov.	3 –	4 –	20 –	4 oct.	20 –	4 oct.	27 mai.	9 –
1846	24 fév.	19 oct.	27 fév.	19 –	28 fév.	10 –	22 mai.	20 sept.	24 –	17 –
1847	17 mars.	8 nov.	18 mars.	19 –	2 mai.	17 –	9 –	17 oct.	16 –	13 –
1848	24 –	31 oct.	29 –	28 –	31 mars.	9 –	1 avril.	9 –	4 avril.	24 –
1849	31 –	4 nov.	1 avril.	4 nov.	2 mai.	21 –	3 mai.	30 sept.	4 mai.	7 –
1850	1 avril.	3 –	7 –	28 sept.	8 avril.	27 sept.	9 avril.	25 sept.	21 –	19 août.
1851	20 mars.	24 oct.	17 –	21 oct.	17 –	14 oct.	19 –	28 août.	3 juin.	28 –
1852	24 –	17 nov.	31 mars.	6 nov.	9 mai.	3 nov.	10 mai.	12 sept.	10 mai.	8 sept.
1853	1 avril.	3 nov.	20 avril.	3 –	3 –	29 oct.	17 –	19 –	24 mai.	14 –
1854	11 mars.	1 –	14 mars.	31 oct.	12 avril.	10 –	13 avril.	21 –	16 avril.	18 –
1855	23 –	24 oct.	16 avril.	8 oct.	18 –	8 –	25 mai.	1 oct.	25 mai.	1 oct.
1856	13 fév.	8 déc.	2 –	18 –	25 –	12 –	26 avril.	6 –	2 juin.	22 août.
1857	18 mars.	8 nov.	19 mars.	7 nov.	6 –	20 –	20 –	2 –	16 mai.	19 sept.
1858	24 –	24 oct.	25 –	19 oct.	16 –	19 –	16 –	30 sept.	17 avril.	24 –
1859	8 mars.	8 nov.	8 –	18 –	6 –	17 –	7 –	8 oct.	8 –	8 oct.
1860	6 avril.	30 oct.	7 avril.	30 –	2 mai.	25 sept.	11 mai.	31 août.	11 mai.	17 août.
1861	24 fév.	14 nov.	28 mars.	23 –	29 mars.	14 oct.	12 –	12 oct.	30 –	2 oct.
1862	7 mars.	1 –	17 –	16 –	26 –	16 –	28 mars.	16 oct.	23 avril.	16 –
Moyenne de la 1re décade.	30 mars.	23 nov.	9 avril.	26 oct.	17 avril.	7 oct.	22 avril.	1 oct.	5 mai.	24 sept.
2me —	22 –	1 –	28 mars.	21 –	11 –	14 –	24 –	26 sept.	10 –	9 –
3me —	14 –	6 –	28 –	24 –	14 –	14 –	27 –	30 –	8 –	20 –
Moyenne générale.	22 mars.	10 nov.	1 avril.	24 oct.	14 avril.	12 oct.	24 avril.	29 sept.	8 mai.	18 sept.
Première époque.	13 fév.	15 oct.	27 fév.	27 sept.	28 fév.	20 sept.	21 mars.	28 août.	3 avril.	17 août.
Dernière époque .	25 avril.	28 déc.	30 avril.	30 nov.	18 mai.	8 nov.	27 mai.	17 oct.	10 juin.	16 oct.

LES PLUS ÉLEVÉES, PAR ANNÉE.

24°		26°		28°		30°		32°		34°	
Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
4 mai.	30 juill.	5 mai.	19 juill.	17 mai.	8 juill.	»	»	»	»	»	»
6 –	21 sept.	9 –	21 sept.	21 juin.	20 sept.	21 juin.	19 juill.	18 juill.	19 juill.	»	»
3 juin.	23 août.	6 juin.	22 août.	9 –	12 août.	»	»	»	»	»	»
11 –	16 –	12 –	15 –	17 –	12 juill.	7 juill.	7 juill.	»	»	»	»
29 mai.	27 –	13 –	21 –	28 juill.	21 août.	»	»	»	»	»	»
5 –	28 sept.	6 mai.	15 juill.	6 –	15 juill.	13 juill.	14 juill.	»	»	»	»
9 –	12 –	1 juin.	12 sept.	13 juin.	19 juin.	18 juin.	19 juin.	19 juin.	19 juin.	»	»
27 avril.	3 –	2 –	3 –	»	»	»	»	»	»	»	»
27 –	15 –	25 mai.	15 –	26 mai.	12 sept.	»	»	»	»	»	»
20 mai.	8 –	9 juin.	26 août.	9 juin.	26 août.	12 juin.	25 août.	19 août.	19 août.	»	»
17 juin.	18 –	18 –	19 –	4 juill.	19 –	5 juill.	5 juill.	5 juill.	5 juill.	»	»
9 –	8 –	13 –	8 sept.	22 juin.	24 juin.	24 juin.	24 juin.	»	»	»	»
3 –	19 août.	11 –	7 juill.	12 –	7 juill.	12 –	7 juill.	6 juill.	7 juill.	»	»
2 –	11 sept.	2 –	8 sept.	6 –	7 août.	22 –	7 août.	5 –	6 août.	1 août.	1 août.
23 mai.	13 –	23 mai.	20 août.	23 mai.	20 –	16 juill.	16 –	17 –	17 juill.	»	»
14 –	30 août.	15 –	29 –	17 juin.	8 juill.	8 –	8 juill.	»	»	»	»
27 –	7 sept.	28 –	4 sept.	1 –	9 –	6 juin.	9 –	6 juin.	9 juill.	»	»
31 –	15 août.	12 juin.	6 août.	24 –	6 août.	27 –	6 août.	»	»	»	»
4 juin.	24 –	13 –	24 –	22 –	2 juill.	»	»	»	»	»	»
17 mai.	30 –	18 mai.	3 –	5 juill.	21 –	5 juill.	18 juill.	6 juill.	18 juill.	»	»
26 –	22 –	27 –	21 –	29 juin.	10 –	8 –	9 –	»	»	»	»
26 juin.	1 sept.	26 juin.	15 –	21 juill.	26 –	25 –	26 –	»	»	»	»
25 mai.	29 août.	26 mai.	29 –	7 juin.	14 juin.	»	»	»	»	»	»
4 juin.	18 –	13 juin.	18 –	2 août.	12 août.	»	»	»	»	»	»
21 mai.	9 sept.	22 mai.	1 sept.	22 mai.	26 –	8 juin.	24 août.	16 juill.	5 août.	5 août.	5 août.
1 juin.	23 –	1 juin.	19 août.	3 juin.	19 –	4 –	19 –	6 juin.	16 juill.	16 juin.	16 juin.
28 mai.	26 –	3 –	26 –	27 –	26 –	29 –	26 –	»	»	»	»
19 –	17 août.	19 mai.	17 juill.	17 juill.	17 juill.	»	»	»	»	»	»
13 juin.	7 sept.	15 juin.	17 août.	20 juin.	13 août.	»	»	»	»	»	»
26 avril.	22 août.	5 mai.	3 –	»	»	»	»	»	»	»	»
14 mai.	3 sept.	27 mai.	23 août.	16 juin.	5 août.	26 juin.	17 juill.	19 juill.	19 juill.	»	»
30 –	2 –	3 juin.	19 –	16 –	22 juill.	27 –	18 –	2 –	13 –	1 août.	1 août.
28 –	2 –	31 mai.	17 –	26 –	1 août.	27 –	8 août.	26 juin.	26 –	11 juill.	11 juill.
24 mai.	2 sept.	31 mai.	20 août.	20 juin.	30 juill.	27 juin.	23 juill.	6 juill.	18 juill.	18 juill.	18 juill.
26 avril.	30 juill.	5 –	7 juill.	17 mai.	14 juin.	4 –	19 juin.	6 juin.	19 juin.	16 juin.	16 juin.
26 juin.	28 sept.	26 juin.	21 sept.	2 août.	20 sept.	25 juill.	26 août.	19 août.	19 août.	5 août.	5 août.

ÉPOQUES LIMITES DES TEMPÉRATURES

ANNÉE.	6°		4°		2°		0°		-2°		-4°	
	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
1832-33. .	?	31 mai.	?	1 mai.	?	19 avril.	?	26 mars.	?	24 mars.	?	13 mars.
1833-34. .	27 août.	1 juin.	10 oct.	27 avril.	11 oct.	17 –	9 nov.	14 avril.	14 nov.	19 –	15 nov.	15 nov.
1834-35. .	24 sept.	30 mai.	1 –	28 –	12 nov.	28 –	12 –	17 –	13 –	30 –	6 janv.	8 janv.
1835-36. .	11 oct.	28 –	18 –	11 mai.	18 oct.	1 mai.	19 oct.	24 fév.	7 –	22 fév.	11 nov.	21 fév.
1836-37. .	22 –	8 juin.	22 –	8 juin.	28 –	12 –	29 –	15 avril.	24 déc.	11 avril.	25 déc.	9 avril.
1837-38. .	24 sept.	8 –	27 sept.	19 mai.	8 nov.	11 –	15 nov.	17 –	15 –	20 fév.	8 janv.	17 fév.
1838-39. .	3 oct.	27 mai.	4 oct.	19 –	13 oct.	12 avril.	21 –	11 –	25 nov.	7 avril.	25 nov.	3 –
1839-40. .	20 –	21 –	24 –	18 avril.	29 –	11 –	29 oct.	5 –	9 déc.	27 mars.	7 janv.	5 mars.
1840-41. .	18 sept.	14 juin.	10 –	17 –	26 nov.	5 mars.	26 nov.	2 mars.	28 nov.	1 –	8 déc.	11 fév.
1841-42. .	20 oct.	10 mai.	20 –	20 –	22 oct.	20 avril.	16 –	17 avril.	19 –	17 avril.	20 –	6 –
1842-43. .	30 sept.	20 –	5 –	11 mai.	20 –	14 –	6 –	14 –	6 –	9 mars.	6 nov.	4 mars.
1843-44. .	28 –	26 –	13 –	30 avril.	15 –	29 –	10 –	21 mars.	13 déc.	23 fév.	10 janv.	23 fév.
1844-45. .	22 –	22 –	8 –	19 mai.	31 –	8 –	30 –	22 –	2 –	22 mars.	3 déc.	21 mars.
1845-46. .	7 –	30 –	15 –	15 –	3 nov.	31 mars.	3 –	13 –	4 janv.	11 fév.	10 fév.	11 fév.
1846-47. .	20 –	7 –	24 –	4 –	5 –	25 avril.	8 –	16 avril.	12 nov.	12 mars.	3 déc.	12 mars.
1847-48. .	28 –	6 –	15 –	2 –	27 oct.	1 mai.	19 –	8 mars.	20 déc.	8 –	21 –	29 janv.
1848-49. .	16 –	12 –	21 –	22 avril.	5 nov.	22 avril.	10 –	22 avril.	21 –	25 –	21 –	13 –
1849-50. .	9 oct.	18 –	10 –	18 mai.	16 oct.	3 mai.	22 –	30 mars.	26 nov.	29 –	27 nov.	17 mars.
1850-51. .	13 sept.	1 juin.	13 sept.	15 –	22 –	7 avril.	23 oct.	10 –	30 –	3 –	»	»
1851-52. .	9 –	2 –	30 oct.	7 –	4 nov.	4 mai.	5 nov.	21 avril.	19 –	17 avril.	29 déc.	29 déc.
1852-53. .	8 oct.	11 mai.	9 –	11 –	16 oct.	11 –	1 déc.	30 mars.	14 fév.	30 mars.	14 fév.	27 mars.
1853-54. .	3 –	21 –	4 –	30 avril.	11 nov.	30 avril.	19 nov.	25 avril.	23 nov.	20 –	11 déc.	14 fév.
1854-55. .	8 –	30 –	15 –	13 mai.	10 –	13 mai.	14 –	23 –	11 janv.	28 –	17 janv.	23 –
1855-56. .	26 sept.	7 –	26 sept.	6 –	5 –	5 –	20 –	20 –	26 nov.	31 –	4 déc.	30 mars.
1856-57. .	20 oct.	15 juin.	25 oct.	8 –	26 oct.	7 –	26 oct.	24 mars.	6 –	22 –	6 nov.	6 fév.
1857-58. .	14 –	13 mai.	11 nov.	13 –	11 nov.	7 –	15 nov.	14 avril.	14 déc.	12 –	4 janv.	7 mars.
1858-59. .	9 –	14 –	30 oct.	6 –	31 oct.	23 avril.	31 oct.	1 –	3 nov.	16 janv.	19 nov.	10 janv.
1859-60. .	22 –	7 –	22 –	7 –	22 –	23 –	11 nov.	13 mars.	12 –	12 mars.	4 déc.	25 fév.
1860-61. .	12 sept.	20 –	12 –	8 –	2 nov.	28 –	2 –	20 avril.	3 –	13 fév.	22 déc.	17 janv.
1861-62. .	18 oct.	18 avril.	18 –	16 avril.	27 oct.	16 –	31 oct.	13 –	19 –	5 mars.	19 nov.	5 mars.
1862-63. .	23 sept.	»	25 –	»	19 nov.	»	20 nov.	»	20 –	»	24 –	»
Moyenne de la 1re décade.	2 oct.	30 mai.	11 oct.	5 mai.	28 oct.	20 avril.	9 nov.	3 avril.	25 nov.	21 mars.	10 déc.	10 fév.
2me —	22 sept.	21 –	13 –	8 –	27 –	20 –	13 –	30 mars.	13 déc.	13 –	29 –	16 –
3me —	6 oct.	16 –	19 –	6 –	4 nov.	3 mai.	10 –	9 avril.	23 nov.	10 –	7 –	22 –
Moy. gén. .	30 sept.	22 mai.	14 oct.	6 mai.	30 oct.	24 avril.	11 nov.	4 avril.	30 nov.	15 mars.	15 déc.	16 fév.
Prem. ép. .	27 août.	18 avril.	13 sept.	16 avril.	11 –	5 mars.	19 oct.	24 fév.	3 –	16 janv.	6 nov.	15 nov.
Dern. ép. .	22 oct.	15 juin.	11 nov.	8 juin.	26 nov.	13 mai.	1 déc.	25 avril.	14 fév.	17 avril.	14 fév.	9 avril.

LES PLUS BASSES, PAR ANNÉE.

-6°		-8°		-10°		-12°		-14°		-16°		-18°	
Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
?	26 janv.	?	25 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
11 déc.	10 janv.	11 déc.	2 janv.	22 déc.	2 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»
26 –	24 mars.	29 –	31 déc.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8 janv.	17 fév.	8 janv.	16 fév.	9 janv.	16 fév.	9 janv.	26 janv.	13 janv.	25 janv.	14 janv.	20 janv.	16 janv.	19 janv.
27 nov.	1 –	1 fév.	1 –	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
7 janv.	1 mars.	7 janv.	13 janv.	10 janv.	11 janv.	10 janv.	10 janv.	»	»	»	»	»	»
14 déc.	10 fév.	14 déc.	10 fév.	14 déc.	10 fév.	17 déc.	17 déc.	»	»	»	»	»	»
4 janv.	26 janv.	7 janv.	9 janv.	7 janv.	9 janv.	9 janv.	9 janv.	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
14 janv.	16 janv.	15 janv.	16 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5 déc.	19 mars.	6 déc.	15 mars.	9 déc.	15 mars.	12 déc.	14 mars.	20 fév.	20 fév.	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
18 déc.	12 mars.	18 déc.	12 mars.	18 déc.	11 mars.	18 déc.	18 déc.	»	»	»	»	»	»
30 –	29 janv.	21 janv.	28 janv.	27 janv.	28 janv.	28 janv.	28 janv.	»	»	»	»	»	»
21 –	12 –	2 –	3 –	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
27 nov.	31 –	13 –	23 –	14 janv.	22 janv.	21 janv.	21 janv.	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
19 fév.	20 mars.	19 fév.	19 fév.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
16 déc.	14 fév.	18 déc.	30 déc.	18 déc.	30 déc.	26 déc.	26 déc.	26 déc.	26 déc.	»	»	»	»
17 janv.	23 –	17 janv.	23 fév.	17 janv.	21 fév.	21 janv.	20 fév.	2 fév.	19 fév.	2 fév.	2 fév.	»	»
19 déc.	14 janv.	19 déc.	23 déc.	21 déc.	22 déc.	21 déc.	22 déc.	»	»	»	»	»	»
7 janv.	5 fév.	8 janv.	4 fév.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5 –	28 –	5 –	28 –	5 janv.	5 janv.	»	»	»	»	»	»	»	»
23 nov.	24 nov.	23 nov.	23 nov.	23 nov.	23 nov.	»	»	»	»	»	»	»	»
4 déc.	24 fév.	17 déc.	20 déc.	18 déc.	20 déc.	19 déc.	19 déc.	»	»	»	»	»	»
25 –	17 janv.	29 –	17 janv.	29 –	17 janv.	8 janv.	17 janv.	8 janv.	16 janv.	8 janv.	16 janv.	»	»
17 janv.	10 fév.	18 janv.	19 –	19 janv.	19 –	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
23 déc.	10 fév.	2 janv.	21 janv.	31 déc.	22 janv.	3 janv.	8 janv.	13 janv.	25 janv.	14 janv.	20 janv.	16 janv.	19 janv.
28 –	8 –	9 –	5 fév.	1 janv.	17 fév.	4 –	27 –	20 fév.	20 fév.	»	»	»	»
25 –	5 –	28 déc.	18 janv.	27 déc.	4 janv.	31 déc.	8 –	12 janv.	20 janv.	20 janv.	24 janv.	»	»
25 déc.	8 fév.	2 janv.	23 janv.	29 déc.	20 janv.	3 janv.	14 janv.	20 janv.	27 janv.	18 janv.	23 janv.	16 janv.	19 janv.
23 nov.	24 nov.	23 nov.	23 nov.	23 nov.	23 nov.	12 déc.	17 déc.	26 déc.	26 déc.	8 –	16 –	16 –	19 –
19 fév.	24 mars.	19 fév.	15 mars.	27 janv.	15 mars.	28 janv.	14 mars.	20 fév.	20 fév.	2 fév.	2 fév.	16 –	19 –

Tableau n° 11.

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR CINQ JOURS.

ANNÉE.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-1	2-6	7-11	12-16	17-21	22-26	27-31
1833. . .	-3°,1	-2°,9	0°,2	- 1°,0	- 3°,9	1°,8	3°,1	8°,8	8°,8	4°,9	4°,8	7°,8	7°,7	0°,6	0°,6	2°,7	2°,1	6°,6
1834. . .	5,7	0,6	8,1	9,0	10,1	8,6	2,5	5,0	2,7	2,7	6,7	8,3	9,9	10,5	5,0	4,4	6,9	7,5
1835. . .	5,1	0,9	7,9	4,8	2,2	5,4	5,6	6,1	3,9	6,8	7,3	6,9	5,1	5,6	8,1	5,5	4,3	5,4
1836. . .	-1,4	2,2	4,4	2,8	7,0	4,7	4,9	4,4	5,3	3,6	0,4	4,3	9,0	9,0	8,7	11,7	10,8	7,3
1837. . .	0,1	3,2	2,0	- 0,3	6,2	4,0	4,2	0,9	7,4	7,3	6,5	2,2	2,0	5,5	4,6	2,4	- 1,0	3,4
1838. . .	6,3	-4,0	-10,0	-13,8	- 7,0	-3,9	-2,7	0,5	- 1,2	-1,9	3,2	6,5	8,5	5,0	6,1	6,0	5,3	6,8
1839. . .	4,3	3,5	5,1	1,9	3,7	0,4	-2,0	6,4	7,0	4,9	4,3	4,9	4,0	0,8	5,3	5,8	8,6	6,5
1840. . .	6,8	-2,6	- 2,6	4,7	8,7	6,5	6,4	6,7	8,2	5,2	- 2,9	- 1,1	1,2	3,1	4,8	2,6	1,9	3,5
1841. . .	2,0	-5,5	3,1	5,7	1,6	2,9	-4,4	-5,6	1,6	8,1	5,2	0,8	4,1	7,7	9,6	12,1	12,0	10,8
1842. . .	-2,3	-5,7	- 1,8	1,8	- 1,0	0,6	2,7	1,6	7,6	3,6	5,4	6,5	7,6	6,8	8,0	8,3	3,7	8,8
1843. . .	1,4	3,7	2,6	1,1	1,3	8,4	5,5	0,7	0,6	0,2	4,7	1,9	0,1	2,2	7,0	10,4	11,0	7,6
1844. . .	2,2	2,7	- 3,3	0,9	1,0	5,0	0,6	1,3	- 0,1	2,2	0,3	4,2	4,6	3,4	4,2	2,8	6,4	8,2
1845. . .	1,2	0,8	5,2	2,7	1,7	2,0	0,1	-1,6	- 6,5	-1,7	- 4,6	- 1,4	-5,1	- 1,9	- 5,9	- 1,2	4,3	6,2
1846. . .	2,3	2,5	2,8	6,3	10,0	8,9	6,9	4,6	1,4	4,5	8,1	12,0	9,9	6,4	7,9	4,4	7,2	6,6
1847. . .	-0,4	1,5	- 2,8	- 6,0	1,5	5,1	0,7	0,7	- 1,9	6,9	4,4	- 1,7	1,9	- 0,5	3,1	10,4	9,0	7,0
1848. . .	0,0	-1,8	- 2,8	- 2,1	- 4,8	-4,4	3,2	6,2	6,4	5,2	5,2	9,0	4,7	4,0	5,7	7,0	8,7	12,6
1849. . .	-3,7	-0,3	2,7	6,9	7,5	4,6	3,9	6,3	5,1	6,2	7,3	6,5	7,1	4,8	5,6	5,3	1,6	6,1
1850. . .	-0,2	-2,0	- 5,3	- 2,0	- 5,1	1,8	4,3	5,0	4,7	7,0	8,0	5,8	6,1	6,4	5,4	1,4	2,1	2,7
1851. . .	8,0	5,1	4,4	5,3	4,3	3,7	4,5	5,1	3,0	2,5	5,2	3,0	2,8	3,2	5,8	8,7	9,9	9,0
1852. . .	1,0	3,7	9,2	6,7	5,8	5,2	6,7	7,6	2,4	5,5	1,9	1,5	1,8	3,5	3,0	4,4	6,8	7,7
1853. . .	7,0	7,2	8,2	6,1	4,0	2,8	3,7	1,6	0,7	-1,8	0,3	0,2	0,5	5,7	7,4	- 1,7	- 0,5	2,1
1854. . .	-2,0	3,7	1,6	4,7	4,0	5,6	5,9	6,6	0,1	1,5	2,6	5,0	4,3	8,4	10,6	5,8	5,4	8,0
1855. . .	6,3	6,4	1,5	- 5,5	- 4,3	-3,8	-4,4	1,4	- 6,9	-8,7	- 4,9	4,1	5,3	1,5	2,0	7,3	4,9	2,4
1856. . .	5,2	6,4	- 1,8	5,1	8,8	4,1	1,3	7,4	10,4	4,9	2,0	6,4	4,6	3,9	2,2	8,2	5,7	2,8
1857. . .	6,0	-3,6	2,5	4,2	3,0	-0,3	-3,3	0,1	5,2	5,4	6,7	5,8	6,0	4,1	4,4	9,2	4,2	7,7
1858. . .	-2,2	-1,6	2,1	4,2	3,6	1,3	2,9	2,8	2,3	0,5	- 0,2	- 2,0	-0,6	0,9	3,8	8,4	7,8	8,4
1859. . .	3,1	-0,1	3,3	4,0	5,4	7,6	4,7	4,5	6,8	7,8	5,6	6,2	8,4	7,2	10,6	8,1	7,4	9,5
1860. . .	9,5	3,5	3,0	4,2	5,0	4,5	1,5	3,8	- 1,7	0,8	- 0,6	3,2	4,7	0,5	2,2	6,6	5,5	7,4
1861. . .	-1,2	-9,4	- 6,7	- 4,5	2,3	6,0	3,2	5,7	2,9	7,1	10,0	6,8	6,4	7,3	4,4	5,5	8,3	11,2
1862. . .	0,9	3,4	6,2	- 5,2	3,3	4,7	9,2	2,9	0,5	4,9	9,4	2,1	1,6	11,0	10,4	9,4	9,7	13,4
Moyenne de la 1re décade.	2,3	-0,4	1,6	1,6	2,8	3,1	2,0	3,5	5,1	4,5	4,1	4,7	5,9	3,5	6,1	6,1	5,5	6,7
2me —	1,2	1,6	1,3	2,0	2,3	4,0	3,6	3,6	1,5	3,8	4,0	4,1	3,4	3,1	4,2	5,4	6,7	7,4
3me —	3,3	1,6	2,0	1,8	3,5	3,3	2,5	3,7	2,0	2,2	3,1	3,8	4,1	5,1	5,8	6,7	5,8	7,3
Moy. gén.	2,2	0,9	1,6	1,8	2,9	3,5	2,7	3,6	2,9	3,5	3,8	4,2	4,5	4,6	5,4	6,1	6,0	7,1
Maximum.	9,5	7,2	9,2	9,0	10,1	8,9	9,2	8,8	10,4	8,1	10,0	12,0	9,9	11,0	10,6	12,1	12,0	13,4
Minimum.	-3,7	-9,4	-10,0	-13,8	- 7,0	-4,4	-4,4	-5,6	- 6,9	-8,7	- 4,9	- 2,0	-5,1	- 1,9	- 5,9	- 1,7	- 1,0	2,1

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR CINQ JOURS.

ANNÉE.	AVRIL.						MAI.						JUIN.						
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-4
1833...	10°,9	9°,3	8°,1	6°,8	9°,7	10°,8	15°,8	16°,3	17°,9	20°,0	17°,0	13°,7	16°,0	17°,4	18°,8	17°,7	17°,9	19°,0	17°,7
1834...	6,7	7,4	4,4	9,7	8,8	13,4	16,2	18,5	17,2	16,0	16,1	12,4	15,8	16,8	17,9	18,4	21,6	17,8	17,2
1835...	13,9	9,6	8,7	5,5	10,2	8,1	11,1	12,9	12,8	14,6	13,6	12,2	15,3	21,1	21,0	17,2	15,8	12,2	16,6
1836...	6,0	7,6	9,1	9,4	11,5	7,7	7,6	10,3	12,4	13,5	12,0	10,9	16,3	16,0	18,0	20,5	17,8	17,7	20,3
1837...	5,1	0,9	2,6	7,1	8,4	11,3	11,8	8,2	9,3	10,3	9,4	16,7	11,3	13,4	19,9	18,8	19,8	18,7	16,5
1838...	5,4	9,0	8,9	4,7	8,0	7,6	16,5	17,5	9,3	8,7	13,8	15,0	16,4	12,9	15,3	19,4	16,4	19,0	19,4
1839...	3,6	2,9	6,3	9,8	8,0	8,6	13,1	16,3	10,3	11,1	11,5	12,9	17,9	17,4	19,5	22,6	19,4	17,2	13,1
1840...	6,7	7,8	9,5	11,3	12,8	17,2	13,8	16,3	15,1	12,4	10,9	14,7	17,3	16,1	18,6	18,4	17,5	14,7	18,0
1841...	7,7	7,7	7,5	9,0	10,6	18,2	16,9	15,4	14,0	15,1	18,3	21,9	18,1	12,3	12,7	14,6	16,5	17,3	13,7
1842...	5,9	5,0	4,7	6,0	14,0	14,2	12,3	11,8	13,8	14,9	16,3	16,6	15,5	18,1	21,4	16,8	18,2	16,9	18,7
1843...	11,7	8,3	4,7	13,0	9,6	10,3	13,9	10,5	12,6	11,7	14,7	13,9	16,5	14,0	14,3	18,1	14,3	13,6	17,0
1844...	12,0	9,7	11,3	12,1	12,6	10,5	12,8	14,7	14,0	9,2	13,5	10,7	13,1	17,8	18,0	14,5	20,8	14,8	15,8
1845...	8,4	7,3	6,5	10,2	13,6	13,3	10,9	9,4	9,8	8,3	10,5	15,4	15,2	16,4	20,7	19,9	16,2	15,4	18,6
1846...	10,2	8,2	12,7	10,6	9,6	7,6	12,8	13,3	11,0	12,5	14,5	12,8	17,6	20,5	20,1	21,0	20,1	16,8	19,3
1847...	4,8	7,2	6,5	4,2	7,0	9,5	9,9	13,2	15,8	16,1	17,6	18,8	16,7	11,8	14,2	15,1	16,5	17,3	16,2
1848...	16,2	10,9	8,3	11,4	11,1	9,1	10,1	14,3	16,9	16,9	14,3	15,1	14,7	16,9	18,6	20,3	18,4	16,8	15,3
1849...	10,0	11,2	8,1	4,9	7,3	11,6	14,9	12,0	12,9	14,0	14,9	18,1	20,5	20,4	12,3	16,0	17,3	17,4	16,2
1850...	11,5	12,7	11,8	12,1	9,2	8,5	7,8	12,3	11,0	10,4	16,1	16,0	17,1	17,2	17,9	14,1	18,1	20,4	17,0
1851...	7,1	6,2	9,7	13,2	14,1	8,1	7,9	9,9	12,1	12,0	14,2	13,1	15,3	16,0	16,9	15,4	18,6	19,8	21,3
1852...	7,0	7,7	8,5	4,8	8,1	9,6	7,5	12,0	14,0	19,2	14,6	15,6	13,3	18,0	14,3	15,6	16,7	17,8	18,0
1853...	9,9	8,7	6,5	10,0	8,4	8,6	13,2	8,9	11,0	14,8	14,6	17,5	15,5	15,5	18,9	19,0	17,1	18,7	16,8
1854...	9,3	10,7	11,6	13,2	11,4	7,1	12,4	11,6	12,8	12,3	14,7	13,3	14,2	12,5	15,3	17,2	16,5	18,5	16,2
1855...	5,3	7,4	9,9	11,0	7,1	8,7	9,6	9,1	9,0	10,5	14,4	16,4	14,7	19,5	19,1	13,2	13,0	17,2	20,1
1856...	10,7	9,4	12,3	6,7	9,8	12,3	6,7	10,2	14,3	12,4	14,7	15,8	16,0	15,5	19.0	15,9	15,2	20,0	14,2
1857...	10,8	13,0	7,6	10,7	8,5	5,3	8,3	9,7	15,4	16,7	19,8	16,8	14,7	20,6	13,7	16,1	20,9	22,3	18,8
1858...	8,6	6,8	6,2	13,8	13,8	11,3	8,5	9,1	11,4	14,3	15,3	13,4	22,2	22,1	22,0	24,1	19,4	17,2	15,4
1859...	8,0	14,4	8,6	5,2	8,4	12,9	11,0	12,9	12,5	14,2	15,1	18,3	19,5	20,4	19,6	14,9	16,7	21,3	20,5
1860...	8,7	10,1	5,9	6,6	6,1	9,0	12,6	11,8	16,6	17,3	16,0	12,5	14,5	14,3	16,4	15,1	17,3	17,7	15,9
1861...	9,7	0,5	8,3	7,9	7,5	7,9	8,3	8,3	13,3	10,9	15,0	16,7	14,8	14,9	17,6	20,6	22,3	18,4	16,0
1862...	12,0	13,1	6,0	9,5	14,2	14,8	17,6	17,6	13,2	15,6	16,1	16,2	17,6	19,2	15,7	14,6	13,8	14,8	15,2
MOYENNE de la 1re décade.	7,2	6,7	7,0	7,9	10,2	11,7	13,5	14,3	13,2	13,7	13,9	14,7	16,0	16,1	18,3	18,4	18,1	17,0	17,3
2me —	9,9	8,9	8,8	9,6	10,2	9,8	10,8	12,2	13,0	13,0	14,5	14,9	16,0	16,9	16,7	17,0	17,7	17,0	17,5
3me —	9,3	10,0	8,3	9,5	9,5	9,8	10,8	10,9	13,0	13,9	15,6	15,7	16,4	17,4	17,7	17,1	17,2	18,6	16,9
MOY. GÉN.	8,8	8,6	8,0	9,0	10,0	10,5	11,7	12,5	13,1	13,5	14,7	15,1	16,1	16,8	17,6	17,5	17,7	17,6	17,2
MAXIMUM.	16,2	14,4	12,7	13,8	14,2	18,2	17,6	18,5	17,9	20,0	19,8	21,9	22,2	22,1	22,0	24,1	22,3	22,3	21,3
MINIMUM.	3,6	0,9	2,6	4,2	6,1	5,3	6,7	8,2	9,3	8,3	9,4	10,7	11,3	11,8	12,3	13,2	13,0	12,2	13,1

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR CINQ JOURS.

ANNÉE.	JUILLET.						AOUT.						SEPTEMBRE.					
	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-3	4-8	9-13	14-18	19-23	24-28	29-2	3-7	8-12	13-17	18-22	23-27	28-2
1833...	18,2	16,4	18,0	18,3	17,5	17,7	14,3	14,8	14,9	16,7	14,1	14,2	11,7	15,5	13,1	12,8	15,6	13,1
1834...	21,8	22,0	22,4	19,9	20,8	22,9	20,7	19,9	22,3	20,8	15,7	18,5	19,2	18,0	15,8	21,0	13,3	12,8
1835...	19,2	17,0	19,9	20,3	20,0	18,6	18,6	19,4	18,6	20,6	18,1	14,4	16,8	14,1	15,3	16,4	17,5	13,4
1836...	20,5	19,7	16,8	14,7	18,4	16,0	18,7	15,9	19,5	16,2	16,8	17,2	16,0	12,8	11,2	11,1	15,6	14,2
1837...	16,7	17,4	17,6	17,8	19,5	18,6	17,6	20,7	21,2	22,6	16,0	15,4	12,9	17,5	14,4	15,6	10,3	12,5
1838...	19,9	22,8	19,3	14,3	14,4	17,3	17,9	18,1	14,7	17,4	16,0	15,4	17,1	13,0	13,7	14,8	15,9	16,2
1839...	18,6	20,3	19,9	19,3	18,3	18,4	18,3	16,1	17,4	14,2	17,1	16,0	15,3	19,4	15,1	14,5	15,1	13,0
1840...	15,3	14,1	17,0	17,5	17,1	17,0	18,9	18,9	15,8	18,6	18,4	18,3	17,2	16,0	12,2	11,5	13,1	13,2
1841...	17,1	14,1	14,8	15,4	15,4	14,1	17,5	16,6	16,9	18,5	15,7	19,3	15,5	18,8	19,4	16,3	15,0	17,0
1842...	18,1	18,6	17,6	17,4	15,8	15,8	21,4	20,9	22,0	22,6	22,2	17,7	17,5	16,7	16,0	15,2	12,5	9,3
1843...	19,1	17,5	18,3	14,6	15,7	16,6	16,5	18,1	21,1	19,0	17,6	19,5	16,7	18,1	17,0	16,8	12,8	11,9
1844...	15,8	16,8	15,2	17,7	18,2	15,7	16,5	15,5	14,9	15,2	13,8	14,4	18,3	17,2	17,0	12,3	9,9	10,6
1845...	21,2	15,7	14,8	17,8	16,9	15,8	16,7	14,6	12,9	15,0	15,7	16,6	12,4	14,0	13,5	13,9	10,8	12,6
1846...	19,7	20,1	18,6	19,4	18,8	23,7	24,9	18,8	19,3	17,9	18,7	18,5	18,5	20,0	16,2	13,5	15,2	12,9
1847...	21,4	22,2	21,0	18,9	17,1	20,5	17,6	19,0	22,3	20,1	14,4	15,3	11,4	14,2	14,0	11,6	13,0	10,7
1848...	19,3	16,9	18,3	19,8	17,7	18,0	16,7	16,3	17,1	16,3	15,8	16,9	16,9	15,7	11,3	12,1	14,9	14,2
1849...	19,7	18,2	18,9	16,0	16,7	16,9	15,7	19,6	16,8	15,4	17,0	18,9	19,5	14,7	13,9	12,6	13,8	15,0
1850...	16,7	14,2	21,7	19,2	17,9	18,2	19,4	17,6	18,7	15,2	14,8	13,3	13,8	12,1	11,5	13,9	15,3	12,1
1851...	17,0	16,7	15,3	19,0	17,9	19,1	18,7	19,3	20,3	18,2	18,1	13,5	15,7	12,2	14,3	13,8	13,2	12,2
1852...	22,9	24,7	24,4	20,6	20,4	19,9	18,6	17,4	18,5	20,2	19,5	18,7	18,2	17,0	14,2	14,1	13,2	13,1
1853...	21,9	20,5	17,5	13,7	20,0	18,2	17,3	17,4	18,0	20,2	17,5	14,4	15,2	16,1	17,0	15,1	12,5	13,4
1854...	15,9	16,0	17,8	22,5	20,6	19,1	16,6	18,3	17,4	17,9	16,4	17,4	15,4	13,6	19,3	16,6	12,4	12,8
1855...	16,6	20,0	18,8	17,1	17,8	20,0	18,2	17,4	17,1	19,1	19,4	18,7	15,0	12,6	14,6	15,8	13,6	16,9
1856...	16,1	15,9	18,0	18,8	18,7	22,1	20,4	22,6	21,1	17,9	16,3	16,8	13,2	16,8	14,9	11,9	12,7	13,0
1857...	18,0	19,0	21,7	20,6	21,7	21,0	22,6	18,5	21,2	20,3	22,4	20,0	17,4	18,6	17,9	15,7	15,7	15,6
1858...	15,6	17,0	23,5	18,4	17,2	15,3	18,0	21,6	21,3	18,5	15,8	14,9	17,5	16,6	18,8	17,4	16,8	14,9
1859...	21,6	22,3	21,9	22,6	18,9	20,2	20,2	19,8	18,5	19,0	21,5	15,6	15,6	15,5	13,5	13,3	18,5	17,0
1860...	15,0	17,3	19,7	16,3	14,5	15,6	16,2	15,1	17,3	15,5	15,7	16,2	14,2	12,6	14,2	14,2	13,7	13,1
1861...	17,7	18,4	18,7	19,4	18,4	19,3	19,4	20,9	20,5	17,3	16,6	17,9	18,8	15,0	14,3	13,7	13,4	15,7
1862...	17,9	16,6	17,7	17,2	19,7	18,5	18,2	16,1	19,1	17,9	16,5	16,4	15,5	16,0	15,7	14,5	14,9	17,2
Moyenne de la 1re décade.	18,5	18,2	18,3	17,5	17,7	17,6	18,4	18,1	18,3	18,8	17,0	16,6	15,9	16,2	14,6	14,9	14,4	13,5
2me —	19,3	18,3	18,7	18,3	17,7	18,4	18,1	17,6	18,2	17,3	16,5	16,6	16,1	15,5	14,3	13,5	13,2	12,5
3me —	17,6	18,3	19,5	19,2	18,8	18,9	18,7	18,8	19,2	18,4	17,8	16,8	15,8	15,3	16,0	14,8	14,4	15,0
Moy. gén.	18,5	18,3	18,9	18,3	18,1	18,4	18,4	18,2	18,6	18,2	17,1	16,7	16,0	15,7	15,0	14,4	14,0	13,7
Maximum.	22,9	24,7	24,4	22,6	21,7	23,7	24,9	22,6	22,3	22,6	22,4	20,0	19,5	20,0	19,4	21,0	18,5	17,2
Minimum.	15,0	14,1	14,8	14,3	14,4	14,1	14,3	14,6	12,9	14,2	13,8	13,3	11,4	12,1	11,2	11,1	9,9	9,3

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR CINQ JOURS.

ANNÉE.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	3-7	8-12	13-17	18-22	23-27	28-1	2-6	7-11	12-16	17-21	22-26	27-1	2-6	7-11	12-16	17-21	22-26	27-31
1833...	10°,5	10°,0	9°,7	9°,5	12°,9	10°,8	8°,3	4°,9	2°,4	7°,2	6°,9	5°,1	8°,3	7°,3	4°,7	8°,6	6°,5	6°,9
1834...	15,5	15,2	13,6	11,2	7,7	10,5	13,0	12,3	2,5	3,8	2,9	6,4	8,2	6,9	2,7	3,7	5,0	5,6
1835...	12,3	10,6	10,7	7,0	10,8	8,4	4,2	1,3	0,6	6,9	9,4	11,2	9,5	0,9	0,7	0,0	-0,7	1,4
1836...	13,3	15,1	14,9	11,5	12,3	3,6	7,6	5,9	8,1	5,1	6,0	11,9	10,1	6,5	5,9	6,9	1,3	-6,1
1837...	16,1	12,3	10,5	11,4	9,7	8,6	7,2	5,2	5,3	5,4	7,6	4,5	2,4	1,4	1,6	8,5	8,3	6,5
1838...	11,9	11,6	9,2	11,6	10,7	9,4	7,4	11,3	5,9	5,0	1,9	5,8	9,5	4,6	2,8	-0,6	-0,6	0,8
1839...	14,2	16,3	13,9	11,4	7,9	3,5	9,7	10,6	9,5	10,0	5,0	5,4	3,9	1,5	6,5	5,7	10,7	6,4
1840...	9,9	8,0	9,1	9,3	8,0	9,5	10,8	9,8	9,8	8,8	5,7	2,5	3,5	0,6	-4,9	-5,1	-4,4	-2,5
1841...	13,2	12,0	11,7	8,6	9,3	8,9	0,5	5,4	5,0	3,1	6,1	8,9	8,7	7,1	6,7	1,1	3,6	1,9
1842...	10,3	11,1	10,1	6,5	6,5	6,9	3,8	1,0	8,6	2,8	4,1	7,1	5,9	-0,7	5,3	0,2	5,7	5,7
1843...	15,1	12,3	5,6	6,8	8,4	10,9	12,3	5,1	0,8	4,9	7,8	8,4	6,7	5,7	3,1	5,5	3,9	2,6
1844...	12,2	10,9	12,0	8,8	9,0	6,1	4,5	8,2	10,5	9,5	4,3	2,7	-3,3	-7,4	-3,6	1,9	-2,0	3,1
1845...	13,7	10,9	8,6	10,7	8,7	9,7	5,3	11,0	7,2	9,0	4,4	8,0	6,1	4,9	4,4	5,1	2,5	6,0
1846...	13,9	13,5	12,5	10,6	8,2	8,5	6,6	1,8	2,6	7,5	9,2	3,2	-2,5	-0,8	-3,0	-1,1	0,3	-5,0
1847...	11,6	12,5	10,9	11,8	8,3	8,8	8,4	11,4	8,2	3,0	5,9	7,8	6,7	4,8	4,4	1,6	-1,9	-3,0
1848...	14,9	13,5	9,7	7,9	12,2	11,6	7,4	3,9	3,8	6,3	7,5	8,5	6,7	9,8	8,7	5,0	-1,9	2,6
1840...	12,3	8,6	5,9	13,1	13,1	8,9	10,0	9,4	8,2	4,4	2,5	-1,3	3,8	3,8	3,4	7,1	-1,5	0,1
1850...	11,0	10,5	8,3	9,5	3,7	6,4	10,9	9,4	7,0	7,7	9,0	2,8	4,9	1,8	6,4	4,4	0,9	5,8
1851...	12,5	13,4	12,6	11,6	10,8	7,7	5,0	5,7	4,5	1,0	1,8	2,9	5,2	8,0	5,4	2,5	3,2	0,3
1852...	11,0	7,9	7,3	8,8	11,6	10,1	14,4	12,3	8,6	10,5	8,3	6,3	7,0	9,1	9,9	7,4	7,2	8,3
1853...	9,9	12,3	11,8	10,9	13,8	12,2	9,2	7,9	4,2	4,1	2,0	0,6	2,2	0,4	-0,1	-5,0	-4,8	-3,8
1854...	14,9	13,0	9,4	9,2	9,0	9,8	9,3	7,0	5,1	2,7	1,2	3,7	5,8	4,4	6,2	2,9	7,1	4,0
1855...	15,5	12,2	11,8	11,7	11,4	9,6	4,2	6,5	5,4	3,9	3,4	3,6	1,1	-1,7	-0,3	-3,2	0,3	7,3
1856...	16,0	15,2	14,1	10,3	7,4	5,4	1,9	5,3	3,3	3,9	6,0	1,0	0,5	12,1	6,9	2,8	3,9	1,5
1857...	14,4	13,0	11,5	13,2	11,1	10,3	12,2	10,5	5,8	3,6	6,1	2,7	8,4	5,1	2,5	5,6	7,8	3,1
1858...	12,6	10,4	12,6	12,5	9,7	5,5	2,8	1,5	2,0	-0,4	-1,2	8,8	5,4	2,4	1,6	4,2	7,3	4,5
1859...	17,8	14,7	14,3	11,3	6,5	7,6	10,5	8,6	2,3	0,4	3,3	4,0	0,2	2,2	-1,3	-7,8	4,5	7,2
1860...	12,2	9,4	9,2	10,4	12,1	10,5	2,4	2,7	6,0	4,5	4,3	4,8	6,0	8,0	2,7	0,0	-3,3	-3,3
1861...	15,4	17,9	13,3	9,8	9,4	4,9	6,0	7,3	7,6	0,8	4,9	8,8	2,4	8,6	8,3	4,0	-0,3	-1,2
1862...	15,3	13,6	15,5	9,8	9,0	10,5	10,1	8,3	8,0	2,5	-1,1	3,9	6,0	8,2	3,6	4,6	4,7	7,1
Moyenne de la 1re décade.	12,7	12,2	11,3	9,8	9,6	8,0	7,8	6,8	5,7	5,8	5,6	6,9	7,0	3,6	3,2	3,5	3,5	2,7
2me —	12,8	11,4	9,3	10,0	9,4	8,9	8,5	7,8	6,1	6,4	6,1	4,9	4,1	4,0	3,7	3,9	1,1	2,1
3me —	14,4	13,2	12,3	10,9	9,9	8,6	6,9	6,6	5,0	2,6	2,9	4,2	3,8	5,0	3,0	0,8	2,7	2,4
Moy. gén.	13,3	12,3	11,0	10,2	9,6	8,5	7,7	7,1	5,6	4,9	4,9	5,3	5,0	4,2	3,3	2,8	2,5	2,4
Maximum.	17,8	17,9	15,5	13,2	13,8	12,2	14,4	12,3	10,5	10,5	9,4	11,9	10,1	12,1	9,9	8,6	10,7	8,3
Minimum.	9,9	7,9	5,6	6,5	3,7	3,5	1,9	1,0	0,6	-0,4	-1,2	-1,3	-3,3	-7,4	-4,9	-7,8	-4,8	-6,1

Tableau n° 12.

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE PAR CINQ JOURS.

ANEÉE.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-1	2-6	7-11	12-16	17-21	22-26	27-31
1833...	-5°,3	- 3°,8	- 1°,4	- 2°,8	-6°,8	-1°,7	0°,4	5°,2	5°,9	1°,4	1°,0	3°,6	3°,2	-4°,0	- 4°,8	-3°,4	-3°,9	-0°,5
1834...	3,5	5,7	6,5	7,2	7,2	5,1	-0,2	1,4	-0,2	- 0,8	2,9	4,1	5,4	5,9	- 0,4	-1,7	0,9	0,4
1835...	2,9	0,0	6,3	3,0	-0,7	1,9	2,9	2,5	1,0	3,3	3,5	2,7	0,6	1,0	2,7	-0,6	-1,7	-1,7
1836...	-3,6	1,3	2,8	1,0	4,1	1,2	2,2	0,8	2,4	0,1	-3,4	0,1	4,5	4,4	3,3	5,6	4,8	0,2
1837...	-2,1	2,3	0,4	- 2,1	5,3	0,5	1,5	-2,7	4,5	3,8	2,7	-2,0	-2,5	0,9	- 0,8	-3,7	-7,0	-3,7
1838...	4,1	- 4,9	-11,6	-15,6	-9,9	-7,4	-5,4	-3,1	-4,1	- 5,4	-0,6	2,3	4,0	0,4	0,7	-0,1	-0,7	-0,3
1839...	2,1	2,6	3,5	0,1	0,8	-3,1	-4,7	2,8	4,1	1,4	0,5	0,7	-0,5	-3,8	- 0,1	-0,3	2,6	-0,6
1840...	4,6	- 3,5	- 4,2	2,9	5,8	3,0	3,7	3,1	5,3	1,7	-6,7	-5,5	-3,3	-1,5	- 0,6	-3,5	-4,1	-3,6
1841...	-0,2	- 6,4	1,5	3,9	-1,3	-0,6	-7,1	-9,2	-1,3	4,6	1,4	-3,4	-0,4	3,1	4,2	6,0	6,0	3,7
1842...	-4,5	- 6,6	- 3,4	0,0	-3,9	-2,9	0,0	-2,0	4,7	0,1	1,6	2,3	3,1	2,2	2,6	2,2	-2,3	1,7
1843...	-0,8	2,8	1,0	- 0,7	-1,6	4,9	2,8	-2,9	-2,3	- 3,3	0,9	-2,3	-4,4	-2,4	1,6	4,3	5,0	0,5
1844...	0,0	1,8	- 4,9	- 0,9	-1,9	1,5	-2,1	-2,3	-3,0	- 1,3	-3,5	0,0	0,1	-1,2	- 1,2	-3,3	0,4	1,1
1845...	-1,0	- 0,1	3,6	0,9	-1,2	-1,5	-2,6	-5,2	-9,4	- 5,2	-8,4	-5,6	-9,6	-6,5	-11,3	-7,3	-1,7	-0,9
1846...	0,1	1,6	1,2	4,5	7,1	5,4	4,2	1,0	-1,5	1,0	4,3	7,8	5,4	1,8	2,5	-1,7	1,2	-0,5
1847...	-2,6	0,6	- 4,4	- 7,8	-1,4	1,6	-2,0	-2,9	-4,8	3,4	0,6	-5,9	-2,6	-5,1	- 2,3	4,3	3,0	-0,1
1848...	-2,2	- 2,7	- 4,4	- 3,9	-7,7	-7,9	0,5	2,6	3,5	1,7	1,4	4,8	0,2	-0,6	0,3	0,9	2,7	5,5
1849...	-5,9	- 1,2	1,1	5,1	4,6	1,1	1,2	2,7	2,2	2,7	3,5	2,1	2,6	0,2	0,2	-0,8	-4,4	-1,0
1850...	-2,4	- 2,9	- 6,9	- 3,8	-8,0	-1,7	1,6	1,4	1,8	3,5	4,2	1,6	1,6	1,8	0,0	-4,7	-3,9	-4,4
1851...	5,8	4,2	2,8	3,5	1,4	0,2	1,8	1,5	0,1	- 1,0	1,4	-1,2	-1,7	-1,4	0,4	2,6	3,9	1,9
1852...	-1,2	2,8	7,6	4,9	2,9	1,7	4,0	4,0	-0,5	2,0	-1,9	-2,7	-2,7	-1,1	- 2,4	-1,7	0,8	0,6
1853...	4,8	6,3	6,6	4,3	1,1	-0,7	1,0	-2,0	-2,2	- 5,3	-3,5	-4,0	-4,0	1,1	2,0	-7,8	-6,5	-5,0
1854...	-4,2	2,8	0,0	2,9	1,1	2,1	3,2	3,0	-2,8	- 2,0	-1,2	0,8	-0,2	3,8	5,2	-0,3	-0,6	0,9
1855...	4,1	5,5	- 0,1	- 7,3	-7,2	-7,3	-7,1	-2,2	-9,8	-12,2	-8,7	-0,1	0,8	-3,1	- 3,4	1,2	-1,1	-4,7
1856...	3,0	5,5	- 3,4	3,3	5,9	0,6	-1,4	3,8	7,5	1,4	-1,8	2,2	0,1	-0,7	- 3,2	2,1	-0,3	-4,3
1857...	3,8	- 4,5	0,9	2,4	0,1	-3,8	-6,0	-3,5	2,3	1,9	2,9	1,6	1,5	-0,5	- 1,0	3,1	-1,8	0,6
1858...	-4,4	- 2,5	0,5	2,4	0,7	-2,2	0,2	-0,8	-0,6	- 3,0	-4,0	-6,2	-5,1	-3,7	- 1,6	2,3	1,8	1,3
1859...	0,9	- 1,0	1,7	2,2	2,5	4,1	2,0	0,9	3,9	4,3	1,8	2,0	3,9	2,6	5,2	2,0	1,4	2,4
1860...	7,3	2,6	1,4	2,4	2,1	1,0	-1,2	0,2	-4,6	- 2,7	-4,4	-1,0	0,2	-4,1	- 3,2	0,5	-0,5	0,3
1861...	-3,4	-10,3	- 8,3	- 6,1	-0,6	2,5	0,5	2,1	0,0	3,6	6,2	2,6	1,9	2,7	- 1,0	-0,6	2,3	4,1
1862...	-1,3	2,5	4,6	- 7,0	0,4	1,2	6,5	-0,7	-2,4	1,4	5,6	-2,1	-2,9	6,4	5,0	3,3	3,7	6,3
Moyenne de la 1re décade.	0,1	- 1,3	0,0	- 0,2	-0,1	-0,4	-0,7	-0,1	2,2	1,0	0,3	0,5	1,4	0,9	0,7	0,0	-0,5	-0,4
2me —	-1,0	0,7	- 0,3	0,2	-0,6	0,5	0,9	-0,0	-1,4	0,3	0,2	-0,1	-1,1	-1,5	- 1,2	-0,7	0,7	0,3
3me —	1,1	0,7	0,4	- 0,0	0,6	-0,2	-0,2	0,1	-0,9	- 1,3	-0,7	-0,4	-0,4	0,5	0,4	0,6	-0,2	0,2
Maximum.	7,3	6,3	7,6	7,2	7,2	5,4	6,5	5,2	7,5	4,6	6,2	7,8	5,4	6,4	5,2	6,0	6,0	6,3
Minimum.	-5,9	-10,3	-11,6	-15,6	-9,9	-7,9	-7,1	-9,2	-9,8	-12,2	-8,7	- 6,2	-9,6	-6,5	-11,3	-7,8	-7,0	-5,0

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE PAR CINQ JOURS.

ANNÉE.	AVRIL.						MAI.						JUIN.						
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-4
1833...	2°,1	0°,7	0°,1	-2°,2	-0°,3	0°,3	4°,1	3°,8	4°,8	6°,5	2°,3	-1°,4	-0°,1	0°,6	1°,2	0°,2	0°,2	1°,4	0°,5
1834...	-2,1	-1,2	-3,6	0,7	-1,2	2,9	4,5	6,0	4,1	2,5	1,4	-2,7	-0,3	0,0	0,3	0,9	3,9	0,2	0,0
1835...	5,1	1,0	0,7	-3,5	0,2	-2,4	-0,6	0,4	-0,3	1,1	-1,1	-2,9	-0,8	4,3	3,4	-0,3	-1,9	-5,4	-0,6
1836...	-2,8	-1,0	1,1	0,4	1,5	-2,8	-4,1	-2,2	-0,7	0,0	-2,7	-4,2	0,2	-0,8	0,4	3,0	0,1	0,1	3,1
1837...	-3,7	-7,7	-5,4	-1,9	-1,6	0,8	0,1	-4,3	-3,8	-3,2	-5,3	1,6	-4,8	-3,4	2,3	1,3	2,1	1,1	-0,7
1838...	-5,4	0,4	0,9	-4,3	-2,0	-2,9	4,8	5,0	-3,8	-4,8	-0,9	-0,1	0,3	-3,9	-2,3	1,9	-1,3	1,4	2,2
1839...	-5,2	-5,7	-1,7	0,8	-2,0	-1,9	1,4	3,8	-2,8	-2,4	-3,2	-2,2	1,8	0,6	1,9	5,1	1,7	-0,4	-4,1
1840...	-2,1	-0,8	1,5	2,3	2,8	6,7	2,1	3,8	2,0	-1,1	-3,8	-0,4	1,2	-0,7	1,0	0,9	-0,2	-2,9	0,8
1841...	-1,1	-0,9	-0,5	0,0	0,6	7,7	5,2	2,9	0,9	1,6	3,6	6,8	2,0	-4,5	-4,9	-2,9	-1,2	-0,3	-1,5
1842...	-2,9	-3,6	-3,3	-3,0	4,0	3,7	0,6	-0,7	0,7	1,4	1,6	1,5	-0,8	1,3	3,8	-0,7	0,5	-0,7	1,5
1843...	2,9	-0,3	-3,3	4,0	-0,4	-0,2	2,2	-2,0	-0,5	-1,8	0,0	-1,2	0,4	-2,8	-3,3	0,6	-3,4	-4,0	-0,2
1844...	3,2	1,1	3,3	3,1	2,6	0,0	1,1	2,2	0,9	-4,3	-1,2	-4,4	-3,0	1,0	0,4	-3,0	3,1	-2,8	-1,4
1845...	-0,4	-1,3	-1,5	1,2	3,6	2,8	-0,8	-3,1	-3,3	-5,2	-4,2	.0,3	-0,9	-0,4	3,1	2,4	-1,5	-2,2	1,4
1846...	1,4	-0,4	4,7	1,6	-0,4	-2,9	1,1	0,8	-2,1	-1,0	-0,2	-2,3	1,5	3,7	2,5	3,5	2,4	-0,8	2,1
1847...	-4,0	-1,4	-1,5	-4,8	-3,0	-1,0	-1,8	0,7	2,7	2,6	2,9	3,7	0,6	-5,0	-3,4	-2,4	-1,2	-0,3	-1,0
1848...	7,4	2,3	0,3	2,4	1,1	-1,4	-1,6	1,8	3,8	3,4	-0,4	0,0	-1,4	0.1	1,0	2,8	0,7	-0,8	-1,9
1849...	1,2	2,6	0,1	-4,1	-2,7	1,1	3,2	-0,5	-0,2	0,5	-0,2	3,0	4,4	3,6	-5,3	-1,5	-0,4	-0,2	-1,0
1850...	2,7	4,1	3,8	3,1	-0,8	-2,0	-3,9	-0,2	-2,1	-3,1	1,4	0,9	1,0	0,4	0,3	-3,4	0,4	2,8	-0,2
1851...	-1,7	-2,4	1,7	4,2	4,1	-2,4	-3,8	-2,6	-1,0	-1,5	-0,5	-2,0	-0,8	-0,8	-0,7	-2,1	0,9	2,2	4,1
1852...	-1,8	-0,9	0,5	-4,2	-1,9	-0,9	-4,2	-0,5	0,9	5,7	-0,1	0,5	-2,8	1,2	-3,3	-1,9	-1,0	0,2	0,8
1853...	1,1	0,1	-1,5	1,0	-1,6	-1,9	1,5	-3,6	-2,1	1,3	-0,1	2,4	-0,6	-1,3	1,3	1,3	-0,6	1,1	-0,4
1854...	0,5	2,1	3,6	4,2	1,4	-3,4	0,7	-0,9	-0,5	-1,2	0,0	-1,8	-1,9	-4,3	-2,3	-0,3	-1,2	0,9	-1,0
1855...	-3,5	-1,2	1,9	2,0	-2,9	-1,8	-2,1	-3,4	-3,2	-3,0	-0,3	1,3	-1,4	2,7	1,5	-4,3	-4,7	-0,4	2,9
1856...	1,9	0,8	4,3	-2,3	-0,2	1,8	-5,0	-2,3	1,2	-1,1	0,0	0,7	-0,1	-1,3	1,4	-1,6	-2,5	2,4	-3,0
1857...	2,0	4,4	-0,4	1,7	-1,5	-5,2	-3,4	-2,8	2,3	3,2	5,1	1,7	-1,4	3,8	-3,9	-1,4	3,2	4,7	1,6
1858...	-0,2	-1,8	-1,8	4,8	3,8	0,8	-3,2	-3,4	-1,7	0,8	0,6	-1,7	6,1	5,3	4,4	6,6	1,7	-0,4	-1,8
1859...	-0,8	5,8	0,6	-3,8	-1,6	2,4	-0,7	0,4	-0,6	0,7	0,4	3,2	3,4	3,6	2,0	-2,6	-1,0	3,7	3,3
1860...	-0,1	1,5	-2,1	-2,4	-3,9	-1,5	0,9	-0,7	3,5	3,8	1,3	-2,6	-1,6	-2,5	-1,2	-2,4	-0,4	0,1	-1,3
1861...	0,9	-2,1	0,3	-1,1	-2,5	-2,6	-3,4	-4,2	0,2	-2,6	0,3	1,6	-1,3	-1,9	0,0	3,1	4,6	0,8	-1,2
1862...	3,2	4,5	-2,0	0,5	4,2	4,3	5,9	5,1	0,1	2,1	1,4	1,1	1,5	2,4	-1,9	-2.9	-3,9	-2,8	-2,0
MOYENNE de la 1re décade.	-1,6	-1,9	-1,0	-1,1	0,2	1,2	1,8	1,8	0,1	0,2	-0,8	-0,4	-0,1	-0,7	0,7	0,9	0,4	-0,6	0,1
2me —	1,1	0,3	0,8	0,6	0,2	-0,7	-0,9	-0,3	-0,1	-0,5	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	-0,9	-0,5	0,0	-0,6	0,3
3me —	0,5	1,4	0,3	0,5	-0,5	-0,7	-0,9	-1,6	-0,1	0,4	0,9	0,6	0,3	0,6	0,1	-0,4	-0,5	1,0	-0,3
MAXIMUM.	7,4	5,8	4,7	4,8	4,2	7,7	5,9	6,0	4,8	6,5	5,1	6,8	6,1	5,3	4,4	6,6	4,6	4,7	4,1
MINIMUM.	-5,2	-7,7	-5,4	-4,8	-3,9	-5,2	-5,0	-4,3	-3,8	-5,2	-5,3	-4,4	-4,8	-5,0	-5,3	-4,3	-4,7	-5,4	-4,1

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE PAR CINQ JOURS.

ANNÉE.	JUILLET.						AOÛT.						SEPTEMBRE.					
	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-3	4-8	9-13	14-18	19-23	24-28	29-2	3-7	8-12	13-17	18-22	23-27	28-2
1833 . . .	-0°,3	-1°,9	-0°,9	0°,0	-0°,6	-0°,7	-4°,1	-3°,4	-3°,7	-1°,5	-3°,0	-2°,5	-4°,3	-0°,2	-1°,9	-1°,6	1°,6	-0°,6
1834 . . .	3,3	3,7	3,5	1,6	2,7	4,5	2,3	1,7	3,7	2,6	-1,4	1,8	3,2	2,3	0,8	6,6	-0,7	-0,9
1835 . . .	0,7	-1,3	1,0	2,0	1,9	0,2	0,2	1,2	0,0	2,4	1,0	-2,3	0,8	-1,6	0,3	2,0	3,5	-0,3
1836 . . .	2,0	1,4	-2,1	-3,6	0,3	-2,4	0,5	-2,3	0,7	-2,0	-0,3	0,5	0,0	-2,9	-3,8	-3,3	1,6	0,5
1837 . . .	-1,8	-0,0	-1,3	-0,5	1,4	0,2	-0,8	2,5	2,6	4,4	-1,1	-1,3	-3,1	1,8	-0,6	1,2	-3,7	-1,2
1838 . . .	1,4	4,5	0,4	-4,0	-3,7	-1,1	-0,5	-0,1	-3,9	-0,8	-1,1	-1,3	1,1	-2,7	-1,3	0,4	1,9	2,5
1839 . . .	0,1	2,0	1,0	1,0	0,2	0,0	-0,1	-2,1	-1,2	-4,0	0,0	-0,7	-0,7	3,7	0,1	0,1	1,1	-0,7
1840 . . .	-3,2	-4,2	-1,9	-0,8	-1,0	-1,4	0,5	0,7	-2,8	0,4	1,3	1,6	1,2	0,3	-2,8	-2,9	-0,9	-0,5
1841 . . .	-1,4	-4,2	-4,1	-2,9	-2,7	-4,3	-0,9	-1,6	-1,7	0,3	-1,4	2,6	-0,5	3,1	4,4	1,9	1,0	3,3
1842 . . .	-0,4	0,3	-1,3	-0,9	-2,3	-2,6	3,0	2,7	3,4	4,4	5,1	1,0	1,5	1,0	1,0	0,8	-1,5	-4,4
1843 . . .	0,6	-0,8	-0,6	-3,7	-2,4	-1,8	-1,9	-0,1	2,5	0,8	0,5	2,8	0,7	2,4	2,0	2,4	-1,2	-1,8
1844 . . .	-2,7	-1,5	-3,7	-0,6	0,1	-2,7	-1,9	-2,7	-3,7	-3,0	-3,3	-2,3	2,3	1,5	2,0	-2,1	-4,1	-3,1
1845 . . .	2,7	-2,6	-4,1	-0,5	-1,2	-2,6	-1,7	-3,6	-5,7	-3,2	-1,4	-0,1	-3,6	-1,7	-1,5	-0,5	-3,2	-1,1
1846 . . .	1,2	1,8	-0,3	1,1	0,7	5,3	6,5	0,6	0,7	-0,3	1,6	1,8	2,5	4,3	1,2	-0,9	1,2	-0,8
1847 . . .	2,9	3,9	2,7	0,6	-1,0	2,1	-0,8	0,8	3,7	1,9	-2,7	-1,4	-4,6	-1,5	-1,0	-2,8	-1,0	-3,0
1848 . . .	0,8	-1,4	-0,6	1,5	-0,4	-0,4	-1,7	-1,9	-1,5	-1,9	-1,3	0,2	0,9	0,0	-3,7	-2,5	0,9	0,5
1849 . . .	1,2	-0,1	0,0	-2,3	-1,4	-1,5	-2,7	1,4	-1,8	-2,8	-0,1	2,2	3,5	-1,0	-1,1	-1,8	-0,2	1,3
1850 . . .	-1,8	-4,1	2,8	0,9	-0,2	-0,2	1,0	-0,6	0,1	-3,0	-2,3	-3,4	-2,2	-3,6	-3,3	-0,5	1,3	-1,6
1851 . . .	-1,5	-1,6	-3,6	0,7	-0,2	0,7	0,3	1,1	1,7	0,0	1,0	-3,2	-0,3	-3,5	-0,7	-0,6	-0,8	-1,5
1852 . . .	4,4	6,4	5,5	2,3	2,5	1,5	0,2	-0,8	-0,1	2,0	2,4	2,0	2,2	1,3	-0,8	-0,3	-0,8	-0,6
1853 . . .	3,4	2,2	-1,4	0,4	1,9	-0,2	-1,1	-0,8	-0,6	2,0	0,4	-2,3	-0,8	0,4	2,0	0,7	-1,5	-0,5
1854 . . .	-2,6	-2,3	-1,1	4,2	2,5	0,7	-1,8	0,1	-1,2	-0,3	-0,7	0,7	-0,6	-2,1	4,3	2,2	-1,6	-0,9
1855 . . .	-1,9	1,7	-0,1	-1,2	-0,3	1,6	-0,2	-0,8	-1,5	0,9	2,3	2,0	-1,0	-3,1	-0,4	1,4	-0,4	3,2
1856 . . .	-2,4	-2,4	-0,9	0,5	0,6	3,7	2,0	4,4	2,5	-0,3	-0,8	0,1	-2,8	1,1	-0,1	-2,5	-1,3	-0,7
1857 . . .	-0,3	0,7	2,8	2,3	3,6	2,6	4,2	0,3	2,6	2,1	5,3	3,3	1,4	2,9	2,9	1,3	1,7	1,9
1858 . . .	-2,9	-1,3	4,6	0,1	-0,9	-3,1	-0,4	3,4	2,7	0,3	-1,3	-1,8	1,5	0,9	3,8	3,0	2,8	1,2
1859 . . .	3,1	4,0	3,0	4,3	0,8	1,8	1,8	1,6	-0,1	0,8	4,4	-1,1	-0,4	-0,2	-1,5	-1,1	4,5	3,3
1860 . . .	-3,5	-1,0	0,8	-2,0	-3,6	-2,8	-2,2	-3,1	-1,3	-2,7	-1,4	-0,5	-1,8	-3,1	-0,8	-0,2	-0,3	-0,6
1861 . . .	-0,8	0,1	-0,2	1,1	0,3	0,9	1,0	2,7	1,0	-0,9	-0,5	1,2	2,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	2,0
1862 . . .	-0,6	-1,7	-1,2	-1,1	1,6	0,1	-0,2	-2,1	0,5	-0,3	-0,6	-0,3	-0,5	0,3	0,7	0,1	0,9	3,5
MOYENNE de la 1re décade.	0,0	-0,1	-0,6	-0,8	-0,4	-0,8	0,0	-0,1	-0,3	0,6	-0,1	-0,1	-0,1	0,5	-0,4	0,5	0,4	-0,2
2me —	0,8	0,0	-0,2	0,0	-0,4	0,0	-0,3	-0,6	-0,4	-0,9	-0,6	-0,1	0,1	-0,2	-0,7	-0,9	-0,8	-1,2
3me —	-0,9	0,0	0,6	0,9	0,7	0,5	0,3	0,6	0,6	0,2	0,7	0,1	-0,2	-0,4	1,0	0,4	0,4	1,5
MAXIMUM.	4,4	6,4	5,5	4,3	3,6	5,3	6,5	4,4	3,7	4,4	5,3	3,3	3,5	4,3	4,4	6,6	4,5	3,5
MINIMUM.	-3,5	-4,2	-4,1	-4,0	-3,7	-4,3	-4,1	-3,6	-5,7	-4,0	-3,3	-3,4	-4,6	-3,6	-3,8	-3,3	-4,1	-4,4

ÉCARTS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE PAR CINQ JOURS.

ANNÉE.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	3-7	8-12	13-17	18-22	23-27	28-1	2-6	7-11	12-16	17-21	22-26	27-1	2-6	7-11	12-16	17-21	22-26	27-31
1833...	-2°,8	-2°,3	-1°,3	-0°,9	3°,3	2°,3	0°,6	-2°,2	-3°,2	2°,3	2°,0	-0°,2	3°,3	3°,1	1°,4	5°,8	4°,0	4°,5
1834...	2,2	2,9	2,6	1,0	-1,9	2,0	5,3	5,2	-3,1	-1,1	-2,0	1,1	3,2	2,7	-0,6	0,9	2,5	3,2
1835...	-1,0	-1,7	-0,3	-3,2	1,2	-0,1	-3,5	-5,8	-5,0	2,0	4,5	5,9	4,5	- 3,3	-2,6	- 2,8	-3,2	-1,0
1836...	0,0	2,8	3,9	1,3	2,7	-4,9	-0,1	-1,2	2,5	0,2	1,1	6,6	5,1	2,3	2,6	4,1	-1,2	-8,5
1837...	2,8	0,0	-0,5	1,2	0,1	0,1	-0,5	-1,9	-0,3	0,5	2,7	-0,8	-2,6	- 2,8	-1,7	5,7	5,8	4,1
1838...	-1,4	-0,7	-1,8	1,4	1,1	0,9	-0,3	4,2	0,3	0,1	-3,0	0,5	4,5	0,4	-0,5	- 3,4	-3,1	-1,6
1839...	0,9	4,0	2,9	1,2	-1,7	-5,0	2,0	3,5	3,7	5,1	0,1	0,1	-1,1	- 2,7	3,2	2,9	8,2	4,0
1840...	-3,4	-4,3	-1,9	-0,9	-1,6	1,0	3,1	2.7	4,2	5,9	0,8	-2,8	-1,5	- 3,6	-8,2	- 7,9	-6,9	-4,9
1841...	-0,1	-0,3	0,7	-1,6	-0,3	0,4	-1,2	-1,7	-0,6	-1,8	1,2	3,6	3,7	2,9	3,4	- 1,7	1,1	-0,5
1842...	-3,0	-1,2	-0,9	-3,7	-3,1	-1,6	-3,9	-6,1	3,0	-2,1	-0,8	1,8	0,9	- 4,0	2,0	3,4	3,2	3,3
1843...	1,8	0,0	-5,4	-3,4	-1,2	2,4	4,6	-2,0	-4,8	0,0	2,9	3,1	1,7	1,5	-0,2	2,7	1,4	0,2
1844...	-1,1	-1,4	1,0	-1,4	-0,6	-2,4	-3,2	1,1	4,9	4,6	-0,6	-2,6	-8,3	-11,6	-6,9	- 0,9	-4,5	0,7
1845...	0,4	-1,4	-2,4	0,5	-0,9	1,2	-2,4	3,9	1,6	4,1	-0,5	2,7	1,1	0,7	1,1	2,3	0,0	3,6
1846...	0,6	1,2	1,5	0,4	-1,4	0,0	-1,1	-5,3	-3,0	2,6	4,3	-2,1	-7,5	- 5,0	-6,3	- 3,9	-2,2	-7,4
1847...	-1,7	0,2	-0,1	1,6	-1,5	0,3	0,7	4,3	2,6	-1,9	1,0	2,5	1,7	0,6	1,1	- 1,2	-4,4	-5,4
1848...	1,6	1,2	-1,3	-2,3	2,6	3,1	-0,3	-3,2	-1,8	1,4	2,6	3,2	1,7	5,0	5,4	2,2	-4,4	0,2
1849...	-1,0	-3,7	-5,1	2,9	3,5	0,4	2,3	2,3	2,6	-0,5	-2,4	-6,6	-1,2	- 0,4	0,1	4,3	-4,0	-2,3
1850...	-2,3	-1,8	-2,7	-0,7	-5,9	-2,1	3,2	2,3	1,4	2,8	4,1	-2,5	-0,1	- 2,4	3,1	1,6	-1,6	3,4
1851...	-0,8	1,1	1,6	1,4	1,2	-0,8	-2,7	-1,4	-1,1	-3,9	-3,1	-2,4	0,2	3,8	0,1	- 0,3	0,7	-2,1
1852...	-2,3	-4,4	-3,7	-1,4	2,0	1,6	6,7	5,2	3,0	5,6	3,4	1,0	2,0	4,9	6,6	4,6	4,7	5,9
1853...	-3,4	0,0	0,8	0,7	4,2	3,7	1,5	0,8	-1,4	-0,8	-2,9	-4,7	-2,8	- 5,8	-3,4	- 7,8	-7,3	-8,2
1854...	1,6	0,7	-1,6	-1,0	-0,6	1,3	1,6	-0,1	-0,5	-2,2	-3,7	-1,6	0,8	0,2	2,0	0,1	4,6	1,6
1855...	2,2	-0,1	0,8	1,5	1,8	1,1	-3,5	-0,6	-0,2	-1,0	-1,5	-1,7	-3,9	- 5,9	-3,6	- 6,0	-2,2	4,9
1856...	2,7	2,9	3,1	0,1	-2,2	-3,1	-5,8	-1,8	-2,3	-1,0	1,1	-1,3	-4,5	7,9	3,6	0,0	1,4	-0,9
1857...	1,1	0,7	0,5	3,0	1,5	1,8	4,5	3,4	0,2	-1,3	1,2	-2,6	3,4	0,9	-0,8	2,8	5,3	0,7
1858...	-0,7	-1,9	1,6	2,3	0,1	-3,0	-4,9	-5,6	-3,6	-5,3	-6,1	3,5	0,4	- 1,8	-1,7	1,4	4,8	2,1
1859...	4,5	2,4	3,3	1,1	-3,1	-0,9	2,8	1,5	-3,3	-4,5	-1,6	-1,3	-4,8	- 2,0	-4,6	-10,6	2,0	4,8
1860...	-1,1	-2,9	-1,8	0,2	2.5	2,0	-5,3	-4,4	0,4	-0,6	-0,6	-0,3	1,0	3,8	-0,6	- 2,8	-5,8	-5,7
1861...	2,1	5,6	2,3	-0,4	-0,2	-3,6	-1,7	0,2	2,0	-4,1	0,0	3,5	-2,6	4,4	5,0	1,2	-2,8	-3,6
1862...	2,0	1,3	4,5	-0,4	-0,6	2,0	2,4	1,2	2,4	-2,4	-6,0	-1,4	1,0	4,0	- 0,3	1,8	2,2	4,7
MOYENNE de la 1re décade	-0,6	-0,1	0,3	-0,4	0,0	-0,5	0,1	-0,3	0,1	0,9	0,7	1,6	2,0	-0,6	-0,1	0,7	1,0	0,3
2me —	-0,5	-0,9	-1,7	-0,2	-0,2	0,4	0,8	0,7	0,5	1,5	1,2	-0,4	-0,9	-0,2	0,4	1,1	-1,4	-0,3
3me —	1,1	0,9	1,3	0,7	0,3	0,1	-0,8	-0,5	-0,6	-2,3	-2,0	-1,1	-1,2	0,8	-0,3	-2,0	0,2	0,0
MAXIMUM.	4,5	5,6	4,5	3,0	4,2	3,7	6,7	5,2	4,9	5,6	4,5	6,6	5,1	7,9	6,6	5,8	8,2	5,9
MINIMUM.	-3,4	-4,4	-5,4	-3,7	-5,9	-5,0	-5,8	-6,1	-5,0	-5,3	-6,1	-6,6	-8,3	-11,6	-8,2	-10,6	-7,3	-8,5

Tableau nº 13.

	NOMBRE DES TEMPÉRATURES MOYENNES DIURNES DE CHAQUE																				
DATE du mois.	- 15°	- 14°	- 13°	- 12°	- 11°	- 10°	- 9°	- 8°	- 7°	- 6°	- 5°	- 4°	- 3°	- 2°	- 1°	- 0°	+ 0°	+ 1°	+ 2°	+ 3°	+ 4°	+ 5°
Janv. 1- 5	»	»	»	»	»	»	»	1	1	2	4	3	7	8	9	14	11	12	**13**	11	6	8
6-10	»	»	»	2	»	1	2	1	2	5	9	3	5	8	14	5	**9**	12	14	14	10	11
11-15	»	»	»	1	»	1	2	2	4	3	6	4	4	7	6	2	15	**12**	14	16	11	15
16-20	1	»	2	2	1	»	»	3	2	4	4	2	4	3	8	5	8	**16**	15	13	11	13
21-25	»	»	»	1	»	1	2	1	1	3	2	4	3	7	3	5	13	9	**14**	15	13	13
26-30	»	»	»	»	1	»	1	»	»	3	1	2	3	3	4	3	10	16	12	**17**	21	13
31- 4	»	»	»	»	1	»	»	»	1	2	4	2	2	10	2	6	12	13	**17**	15	20	13
Fév. 5- 9	»	»	»	»	»	»	»	»	5	»	»	4	2	6	2	4	10	10	12	**15**	18	15
10-14	»	»	»	»	»	»	1	1	6	1	2	3	4	4	8	7	12	9	**11**	8	17	11
15-19	»	»	»	»	1	1	1	»	»	3	1	2	1	3	5	4	11	14	11	**15**	14	13
20-24	»	»	»	»	1	»	»	1	1	1	»	3	5	3	8	3	14	9	12	**10**	11	12
25- 1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	7	8	9	8	8	11	15	**17**	18
Mars 2- 6	»	»	»	»	»	»	»	»	2	1	»	»	»	2	6	6	9	13	8	14	**21**	11
7-11	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	2	1	5	7	5	16	15	11	**13**	16
12-16	»	»	»	»	»	»	»	1	1	1	»	2	»	1	2	1	5	9	10	12	20	**20**
17-21	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	2	4	2	3	5	12	13	13	12
22-26	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	2	2	1	11	7	10	13	9	17
27-31	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	6	»	12	11	10	17
Avril 1- 5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	1	6	13	15
6-10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	4	3	5	6	8
11-15	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	3	12	13	9
16-20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	9	8	9
21-25	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	7	6
26-30	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	4	6
Mai 1- 5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	3
6-10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
11-15	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
16-20	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
21-25	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
26-30	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
31- 4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Juin 5- 9	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
10-14	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
15-19	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
20-24	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
25-29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
30- 4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

DEGRÉ, PAR PÉRIODE DE CINQ JOURS. — 1833-1862.

+ 6°	+ 7°	+ 8°	+ 9°	+ 10°	+ 11°	+ 12°	+ 13°	+ 14°	+ 15°	+ 16°	+ 17°	+ 18°	+ 19°	+ 20°	+ 21°	+ 22°	+ 23°	+ 24°	+ 25°	+ 26°	+ 27°	DATE du mois.
19	9	4	4	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Janv. 1- 5
10	11	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6-10
7	3	3	9	1	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	11-15
14	7	7	2	2	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	16-20
11	6	5	11	4	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	21-25
13	7	13	3	3	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	26-30
12	3	5	6	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	31- 4
15	15	8	7	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Fév. 5- 9
10	16	9	6	3	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	10-14
18	14	12	5	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	15-19
15	18	13	5	1	3	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	20-24
24	7	11	5	2	3	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	25- 1
20	9	9	12	6	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Mars 2- 6
19	11	9	5	6	6	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7-11
15	12	13	7	9	8	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12-16
22	13	12	11	11	5	5	1	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	17-21
17	12	13	13	9	3	4	1	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	22-26
16	**24**	7	16	11	3	8	2	4	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	27-31
10	15	**17**	13	18	14	9	8	4	1	»	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Avril 1- 5
18	15	**19**	17	17	14	10	4	4	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6-10
18	17	**19**	10	22	11	5	8	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	11-15
13	17	13	**20**	11	15	7	14	4	1	3	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	16-20
11	13	21	23	**13**	17	8	12	11	3	1	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	21-25
11	19	17	18	**16**	11	14	9	2	8	3	6	3	2	»	»	»	»	»	»	»	»	26-30
9	10	16	11	11	**20**	16	15	13	6	4	8	2	3	2	»	»	»	»	»	»	»	Mai 1- 5
5	11	11	13	16	16	**10**	11	17	12	12	3	6	3	3	»	»	»	»	»	»	»	6-10
3	4	4	10	16	14	22	**18**	17	12	17	6	3	3	1	»	»	»	»	»	»	»	11-15
1	5	5	15	9	10	19	**19**	19	17	10	8	2	5	2	4	»	»	»	»	»	»	16-20
»	2	4	4	5	5	18	13	**31**	24	17	10	9	1	3	3	1	»	»	»	»	»	21-25
»	»	»	4	9	13	21	12	15	**14**	22	11	12	5	4	4	3	1	»	»	»	»	26-30
»	»	»	»	7	3	11	17	11	21	**23**	21	14	9	6	4	1	1	»	»	1	»	31- 4
»	»	»	2	5	3	7	11	16	18	**15**	20	8	15	14	7	4	2	3	»	»	»	Juin 5- 9
»	»	»	»	1	4	6	14	8	9	19	**16**	20	18	10	12	7	5	1	»	»	»	10-14
»	»	»	»	1	1	2	14	17	17	17	**21**	13	11	19	8	4	»	»	2	2	1	15-19
»	»	»	»	»	2	1	6	15	19	23	**23**	14	15	13	5	6	6	1	1	»	»	20-24
»	»	»	»	1	4	3	2	15	15	22	**24**	24	11	11	8	3	6	»	1	»	»	25-20
»	»	»	»	»	1	6	7	16	27	24	**14**	15	10	14	8	2	5	»	»	1	»	30- 4

NOMBRE DES TEMPÉRATURES MOYENNES DIURNES DE CHAQUE

DATE du mois.	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°	−8°	−7°	−6°	−5°	−4°	−3°	−2°	−1°	−0°	+0°	+1°	+2°	+3°	+4°	+5°
Juill. 5– 9	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
10–14	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
15–19	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
20–24	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
25–29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
30– 3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Août 4– 8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
9–13	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
14–18	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
19–23	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
24–28	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
29– 2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sept. 3– 7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8–12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
13–17	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
18–22	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
23–27	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
28– 2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Oct. 3– 7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8–12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
13–17	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	3	6
18–22	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	5
23–27	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	4	8
28– 1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	5	6	3	9
Nov. 2– 6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	6	11	5	12	14
7–11	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	3	5	4	15	11	12	6
12–16	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	3	8	16	8	12	19	10
17–21	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	2	9	12	13	14	11	13	17
22–26	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	1	1	4	3	8	11	15	12	15	24
27– 1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	1	3	4	12	8	16	8	11	20
Déc. 2– 6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	3	2	3	5	3	6	6	12	9	20	11
7–11	»	»	»	»	»	»	»	1	3	»	2	»	3	4	4	12	4	12	8	14	12	14
12–16	»	»	»	»	»	»	2	1	»	1	1	2	8	2	6	3	13	17	16	8	16	9
17–21	»	»	»	»	»	1	2	4	1	4	»	4	3	4	10	6	4	10	16	7	18	16
22–26	»	»	»	1	»	1	»	»	1	»	3	7	10	7	9	8	11	10	8	12	12	8
27–31	»	»	»	»	»	»	»	1	3	5	2	3	7	5	5	5	11	15	11	14	10	14
L'ANNÉE.	1	0	2	7	5	6	13	18	36	41	43	54	83	105	147	146	267	327	389	406	491	198

DEGRÉ, PAR PÉRIODE DE CINQ JOURS. — 1833-1862.

+ 6°	+ 7°	+ 8°	+ 9°	+ 10°	+ 11°	+ 12°	+ 13°	+ 14°	+ 15°	+ 16°	+ 17°	+ 18°	+ 19°	+ 20°	+ 21°	+ 22°	+ 23°	+ 24°	+ 25°	+ 26°	+ 27°	DATE du mois.
»	»	»	»	»	»	2	1	6	29	18	21	**15**	11	11	11	11	7	3	4	»	»	Juill. 5- 9
»	»	»	»	»	»	1	10	9	12	21	23	**23**	13	9	6	8	4	7	3	1	»	10-14
»	»	»	»	»	»	»	3	9	8	15	31	**25**	13	16	6	9	3	4	7	»	1	15-19
»	»	»	»	»	»	3	3	11	9	17	24	**28**	14	19	9	5	4	4	»	»	»	20-24
»	»	»	»	»	»	1	3	7	17	28	25	**16**	18	15	10	5	3	1	1	»	»	25-29
»	»	»	»	»	»	»	4	9	23	15	22	**18**	16	15	12	7	6	2	»	1	»	30- 3
»	»	»	»	»	»	1	2	4	16	20	30	**24**	17	13	9	7	2	»	1	4	»	Août 4- 8
»	»	»	»	»	»	1	4	11	17	22	25	**18**	12	13	11	7	3	6	»	»	»	9-13
»	»	»	»	»	»	3	5	8	13	14	20	**21**	17	14	15	12	6	2	»	»	»	14-18
»	»	»	»	»	»	3	7	11	16	14	21	**21**	18	13	11	9	3	1	2	»	»	19-23
»	»	»	»	»	»	8	9	17	21	17	**25**	20	15	5	5	4	2	2	»	»	»	24-28
»	»	»	1	»	2	4	18	14	25	**14**	17	27	13	8	5	2	»	»	»	»	»	29- 2
»	»	»	1	2	10	12	7	20	25	**22**	11	17	13	5	3	2	»	»	»	»	»	Sept. 3- 7
»	»	»	»	4	9	17	14	11	**20**	28	18	13	6	5	5	»	»	»	»	»	»	8-12
»	»	»	»	6	12	18	21	26	**15**	12	16	12	8	2	2	»	»	»	»	»	»	13-17
»	»	»	2	8	12	29	22	**21**	20	15	9	6	1	»	3	2	»	»	»	»	»	18-22
»	»	1	9	9	16	17	24	**24**	19	12	6	7	3	2	1	»	»	»	»	»	»	23-27
»	1	1	8	14	12	26	**24**	26	11	8	7	8	4	»	»	»	»	»	»	»	»	28- 2
»	1	3	7	18	18	25	**20**	15	14	14	11	3	1	»	»	»	»	»	»	»	»	Oct. 3- 7
2	10	11	9	14	14	**29**	25	15	6	3	6	4	2	»	»	»	»	»	»	»	»	8-12
3	8	17	17	18	**15**	19	20	11	7	3	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13-17
4	10	25	24	**15**	21	23	11	5	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	18-22
6	20	19	**24**	17	9	19	12	6	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	23-27
17	20	**19**	22	17	14	9	3	2	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	28- 1
15	**11**	15	11	21	7	9	6	1	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Nov. 2- 6
11	**15**	15	17	11	9	6	3	4	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7-11
17	9	20	14	8	4	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12-16
11	14	14	6	3	8	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	17-21
11	11	11	11	6	3	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	22-26
15	9	9	12	12	2	3	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	27- 1
15	24	12	8	4	5	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Déc. 2- 6
15	10	9	13	5	1	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7-11
8	15	11	5	4	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12-16
14	10	6	7	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	17-21
15	9	8	3	3	3	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	22-26
10	14	4	5	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	27-31
565	546	531	523	478	427	516	502	551	581	570	568	473	326	267	187	121	69	37	22	10	2	L'ANNÉE.

Tableau n° 14.

RÉSUMÉ PAR PÉRIODE DE CINQ JOURS. — 1833-1862.

DATE du mois.	TEMPÉRATURE moyenne.	MOYENNE DIURNE		MAXIM.	MINIM.	AMPLITUDE DIURNE			MAXIMUM		MINIMUM		AMPLITUDE totale.	PLUS GRAND écart de la moyenne du jour.	
		la plus élevée.	la plus basse.	moyen.	moyen.	Moyenne.	Maxim.	Minim.	le plus élevé.	le moins élevé.	le moins bas.	le plus bas.		au dessus	en dessous
Janv. 1- 5	2°,24	11°,5	- 8°,5	4°,5	0°,0	4°,5	13°,8	1°,3	13°,2	- 6°,2	9°,8	-11°,7	24°,9	11°,3	13°,6
6-10	0,91	8,2	-12,3	3,3	-1,5	4,8	13,8	1,2	10,7	- 9,3	6,9	-16,8	27,5	9,4	17,7
11-15	1,63	11,4	-12,9	4,0	-0,7	4,7	10,1	1,4	13,3	- 8,6	9,4	-17,3	30,6	11,4	19,2
16-20	1,76	12,1	-15,9	4,0	-0,5	4,5	11,8	1,5	13,4	-13,1	10,8	-18,8	32,2	12,2	20,9
21-25	2,85	11,6	-12,4	5,1	0,6	4,5	12,9	1,0	13,5	- 9,7	10,2	-15,2	28,7	10,9	18,8
26-30	3,46	11,4	-11,1	5,9	1,0	4,9	13,4	1,5	13,1	- 8,3	9,9	-13,9	27,0	9,5	17,4
31- 4	2,71	10,5	-11,5	5,2	0,3	4,9	13,3	1,0	11,5	- 6,4	9,5	-16,6	28,1	8,6	19,0
Fév. 5- 9	3,58	10,6	- 7,9	6,0	1,2	4,8	12,9	0,8	12,7	- 5,1	9,7	-11,0	23,7	9,1	14,0
10-14	2,90	11,4	- 9,3	5,6	0,2	5,4	10,9	2,7	14,0	- 6,3	8,8	-12,4	26,4	11,1	15,5
15-19	3,55	10,2	-11,5	6,3	0,8	5,5	13,5	1,5	12,7	- 8,3	9,0	-15,6	28,3	9,5	19,4
20-24	3,75	12,2	-11,1	6,7	0,8	5,9	12,0	1,4	15,8	- 7,2	9,7	-15,0	30,8	11,7	18,3
25- 1	4,17	13,8	- 3,9	7,2	1,1	6,1	13,7	1,5	18,2	- 0,1	9,6	- 9,2	27,4	14,0	13,2
Mars 2- 6	4,48	12,9	- 7,7	7,5	1,5	6,0	11,7	1,6	17,5	- 4,8	9,8	-10,7	28,2	12,6	15,1
7-11	4,57	12,4	- 6,6	7,7	1,4	6,3	11,1	2,4	16,1	- 2,9	10,0	-10,3	26,4	11,3	14,8
12-16	5,37	12,4	- 8,6	8,7	2,1	6,6	12,7	1,8	17,4	- 5,9	10,5	-13,0	30,4	11,7	18,4
17-21	6,06	14,9	- 3,9	9,6	2,5	7,1	12,9	2,2	20,4	- 1,8	10,9	- 6,6	27,0	14,5	12,4
22-26	6,01	14,9	- 3,4	9,5	2,6	6,9	16,1	1,9	20,7	- 0,6	11,3	- 6,3	27,0	15,0	12,5
27-31	7,12	15,8	- 0,7	11,0	3,2	7,8	15,1	3,1	20,9	2,9	11,4	- 4,5	25.4	14,6	11,4
Avril 1- 5	8,81	17,7	1,1	12,8	4,8	8,0	14,4	3,0	23,6	2,6	13,5	- 1,6	25,2	14,8	10,2
6-10	8,57	16,9	- 0,1	12,6	4,5	8,1	15,0	1,3	22,8	0,8	12,2	- 4,1	26,9	13,6	12,6
11-15	8,05	16,0	1,3	12,0	4,1	7,9	14,8	3,3	20,6	4,9	11,4	- 2,3	22,9	12,0	10,3
16-20	9,03	17,9	2,3	13,6	4,5	9,1	15,3	2,5	23,4	5,3	13,7	- 2,3	25,7	13,6	11,0
21-25	10,00	18,1	3,9	14,6	5,4	9,2	15,3	2,8	23,8	6,9	13,1	- 0,5	24,3	13,8	10,8
26-30	10,45	19,5	3,3	15,1	5,8	9,3	16,4	2,6	25,7	5,3	13,6	0,1	25,6	15,7	10,9
Mai 1- 5	11,74	20,1	4,8	16,6	6,8	9,8	17,3	2,8	26,5	7,7	15,0	0,8	25,7	14,5	11,4
6-10	12,40	20,9	5,1	17,4	7,6	9,8	17,4	3,9	27,5	7,6	15,1	1,0	26,5	14,9	11,6
11-15	13,10	20,6	6,4	18,0	8,2	9,8	17,0	3,7	26,0	9,8	16,2	1,3	24,7	13,2	11,7
16-20	13,53	21,7	6,6	18,3	8,7	9,6	16,5	2,3	28,7	9,9	17,3	2,1	20,6	14,9	11,4
21-25	14,66	22,0	7,1	19,7	9,7	10,0	15,6	3,1	28,5	10,0	17,2	3,9	24,6	13,9	10,3
26-30	15,13	23,7	9,2	20,1	10,2	9,9	17,8	2,0	28,8	11,0	19,2	4,1	24,7	13,8	10,9
31- 4	16,12	26,0	10,0	21,4	10,8	10,6	18,2	4,5	31,8	13,6	20,1	5,3	26,5	15,2	10,5
Juin 5- 9	16,84	24,4	9,5	21,9	11,8	10,1	17,9	2,9	33,0	11,4	18,3	4,0	29,0	16,0	12,9
10-14	17,60	24,3	10,2	22,8	12,4	10,4	17,4	2,9	32,2	13,2	18,4	5,6	26,6	15,0	12,1
15-19	17,52	27,6	10,5	22,6	12,4	10,2	15,7	1,6	34,7	13,8	21,0	5,7	29,0	17,1	11,5
20-24	17,69	25,2	11,5	22,5	12,9	9,6	16,5	5,0	31,6	14,3	20,1	7,4	24,2	13,5	9,9
25-29	17,57	25,0	10,0	22,5	12,7	9,8	16,3	4,7	31,5	12,7	19,4	6,6	24,9	13,8	11,1
30- 4	17,25	26,0	11,7	22,1	12,4	9,7	16,5	4,1	31,1	14,2	21,6	6,4	24,7	12,8	10,3

RÉSUMÉ PAR PÉRIODE DE CINQ JOURS. — 1833-1862 (*suite*).

DATE du mois.	TEMPÉRATURE moyenne.	MOYENNE DIURNE la plus élevée.	MOYENNE DIURNE la plus basse.	MAXIM. moyen.	MINIM. moyen.	AMPLITUDE DIURNE Moyenne.	AMPLITUDE DIURNE Maxim.	AMPLITUDE DIURNE Minim.	MAXIMUM le plus élevé.	MAXIMUM le moins élevé.	MINIMUM le moins bas.	MINIMUM le plus bas.	AMPLITUDE totale.	PLUS GRAND écart au dessus de la moyenne du jour.	PLUS GRAND écart en dessous de la moyenne du jour.
Juill. 5- 9	18°,50	25°,9	12°,3	23°,5	13°,5	10°,0	18°,6	4°,0	33°,9	16°,1	21°,1	8°,3	25°,6	15°,2	9°,5
10-14	18,31	26,5	12,6	23,2	13,4	9,8	15,5	4,1	31,9	16,0	22,2	8,2	23,7	14,4	10,5
15-19	18,90	27,6	13,0	24,1	13,7	10,4	16,1	4,6	33,1	16,0	22,2	8,3	24,8	14,3	10,6
20-24	18,34	24,5	12,6	23,0	13,7	9,3	15,3	4,0	31,5	15,2	19,7	8,4	23,1	12,9	9,7
25-29	18,08	25,5	12,4	22,6	13,6	9,0	16,0	4,4	30,7	15,8	20,3	8,7	22,0	12,7	9,3
30- 3	18,35	26,4	13,3	23,1	13,6	9,5	16,6	4,6	34,2	16,3	19,4	9,0	25,2	16,0	9,4
Août 4- 8	18,43	26,8	12,0	23,3	13,6	9,7	15,6	3,8	34,6	17,5	20,2	7,8	26,8	15,7	11,1
9-13	18,19	24,6	12,7	22,8	13,5	9,3	15,0	4,2	31,6	14,8	20,0	7,5	24,1	13,1	10,9
14-18	18,56	24,4	12,1	23,2	13,9	9,3	16,3	4,2	31,2	14,6	19,2	7,5	23,7	12,5	11,0
19-23	18,16	25,7	12,3	22,5	13,8	8,7	15,6	3,3	32,6	13,9	19,2	7,4	25,2	14,2	11,2
24-28	17,14	24,7	12,1	21,4	12,9	8,5	14,4	2,3	31,6	13,8	19,3	5,9	25,7	14,8	11,2
29- 2	16,71	22,1	9,5	21,1	12,3	8,8	14,6	3,2	27,9	12,4	17,4	6,6	21,3	11,6	9,7
Sept. 3- 7	15,96	22,6	9,3	20,3	11,6	8,7	14,4	3,8	27,3	12,4	18,6	5,2	22,1	11,4	10,5
8-12	15,71	21,8	10,3	20,0	11,5	8,5	15,4	4,0	28,4	13,3	18,1	5,5	22,9	13,5	10,6
13-17	15,00	21,4	10,0	19,1	10,9	8,2	16,5	3,5	26,8	12,7	17,6	3,9	22,9	11,6	10,9
18-22	14,42	22,9	9,1	18,4	10,4	8,0	14,8	3,1	28,7	13,1	17,2	5,2	23,5	13,9	9,6
23-27	14,02	21,0	8,3	17,9	10,2	7,7	13,0	2,8	24,6	11,4	17,4	2,8	21,8	10,6	10,8
28- 2	13,67	19,7	7,3	17,3	10,0	7,3	13,3	2,9	24,3	10,3	16,8	3,4	20,9	10,2	10,3
Oct. 3- 7	13,32	19,0	7,7	16,8	9,8	7,0	12,8	2,8	23,4	11,2	15,2	3,2	20,2	10,1	10,3
8-12	12,26	19,2	6,3	15,6	8,9	6,7	11,7	1,2	23,0	7,5	16,0	1,9	21,1	10,9	10,1
13-17	11,03	18,5	3,7	14,3	7,8	6,5	12,1	1,3	22,4	5,8	15,6	0,2	22,2	11,5	10,8
18-22	10,23	15,2	4,0	13,4	7,1	6,3	11,1	2,6	18,2	7,6	12,6	- 0,2	18,4	8,3	10,9
23-27	9,65	15,3	3,1	12,7	6,6	6,1	12,3	1,9	18,4	5,9	12,9	- 1,4	19,8	9,6	10,3
28- 1	8,51	16,7	1,6	11 6	5,5	6,1	12,6	1,1	18,8	3,8	14,6	- 1,9	20,7	10,3	10,3
Nov. 2- 6	7,74	16,7	- 1,1	10,6	4,9	5,7	12,4	1,7	19,1	2,6	14,5	- 5,1	24,2	11,3	12,8
7-11	7,06	15,6	- 1,4	9,7	4,5	5,2	11,2	1,1	18,5	1,2	13,3	- 4,4	22,9	10,8	10,9
12-16	5,64	12,2	- 1,3	8,3	3,0	5,3	10,6	1,5	15,6	0,0	10,0	- 4,0	19,6	10,2	9,7
17-21	4,93	12,5	- 2,1	7,4	2,5	4,9	10,1	1,4	16,1	0,0	10,1	- 4,1	20,2	10,7	8,7
22-26	4,85	12,3	- 6,2	7,3	2,4	4,9	10,9	1,1	14,7	- 2,9	11,0	-10,4	25,1	9,4	15,7
27- 1	5,34	14,3	- 3,7	7,6	3,1	4,5	8,9	1,6	17,4	- 1,4	11,7	- 6,1	23,5	11,7	11,3
Déc. 2- 6	5,00	12,1	- 5,5	7,2	2,8	4,4	9,7	1,2	14,0	- 2,9	10,5	- 8,2	22,2	9,3	13,5
7-11	4,19	12,7	- 8,0	6,4	2,0	4,4	9,5	1,6	15,2	- 5,9	11,5	-10,4	25,6	10,6	14,7
12-16	3,32	11,3	- 9,7	5,5	1,1	4,4	9,4	1,0	13,0	- 6,9	9,6	-12,6	25,6	9,6	15,3
17-21	2,75	11,0	-10,1	5,0	0,5	4,5	8,9	1,1	13,9	- 7,7	10,1	-12,9	26,8	11,6	16,4
22-26	2,45	12,9	-12,1	4,7	0,2	4,5	10,1	0,5	14,7	- 8,3	11,6	-15,8	30,5	12,0	18,1
27-31	2,41	10,6	- 8,7	4,5	0,3	4,2	9,2	1,1	15,0	- 6,5	9,1	-11,7	26,7	12,4	14,3
L'ANNÉE.	10,28	27,6	-15,9	14,0	6,6	7,4	18,6	0,5	34,7	-13,1	22,2	-18,8	53,5	17,1	20,9

Tableau n° 15.

NOMBRE DE PÉRIODES PENDANT LESQUELLES LA TEMPÉRATURE S'EST MAINTENUE

DURÉE DE LA PÉRIODE en jours.	AU-DESSUS DE LA MOYENNE.													AU-DESSOUS DE LA MOYENNE.													TOTAL DES PÉRIODES au-dessus et au-dessous de la moyenne.
	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMB.	OCTOBRE.	NOVEMB.	DÉCEMB.	L'ANNÉE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMB.	OCTOBRE.	NOVEMB.	DÉCEMB.	L'ANNÉE.	
1	11	10	12	18	14	33	37	25	29	23	13	9	234	20	21	24	18	23	37	27	36	28	34	15	16	299	533
2	12	8	19	21	23	14	20	32	22	16	21	8	216	12	8	8	15	19	15	19	15	21	14	15	7	168	384
3	9	6	8	7	12	21	17	16	14	11	6	7	134	10	6	8	9	12	12	13	14	14	9	10	9	126	260
4	9	6	8	9	13	5	7	9	6	10	6	6	94	8	6	8	9	5	9	12	12	8	9	10	5	101	195
5	5	6	4	5	6	9	7	7	5	5	8	2	69	4	4	5	2	6	4	7	6	4	7	2	4	55	124
6	5	2	3	3	4	7	3	4	5	10	2	2	50	1	1	5	9	1	3	6	9	5	6	5	5	56	106
7	6	1	4	6	4	3	»	3	5	6	1	4	43	4	2	1	4	6	3	4	1	4	1	2	2	34	77
8	1	2	»	1	3	1	4	3	6	4	3	5	33	»	2	2	2	5	2	1	7	4	2	2	1	30	63
9	6	3	2	4	»	3	1	2	3	3	5	4	36	1	2	1	3	2	5	3	1	2	1	4	1	26	62
10	»	1	2	2	3	4	2	2	»	»	2	3	21	3	2	3	2	2	3	1	3	3	4	3	3	32	53
11	1	4	2	2	»	2	2	»	2	»	1	1	17	»	»	3	4	2	1	1	1	1	3	1	1	18	35
12	»	2	3	»	»	»	»	2	»	3	2	»	12	1	»	2	»	2	1	1	1	1	2	1	2	14	26
13	1	2	4	1	»	»	»	»	»	2	1	3	14	1	1	»	2	1	4	2	»	1	2	1	»	15	29
14	1	»	»	1	1	»	1	2	»	»	»	3	9	3	»	2	2	3	»	1	1	1	»	1	1	15	24
15	»	2	1	»	1	»	1	2	2	»	1	»	10	»	1	»	»	»	1	3	»	»	»	1	2	8	18
16	1	1	»	»	1	1	»	»	1	3	1	1	10	1	1	1	»	»	1	2	»	2	1	2	1	12	22
17	»	»	1	1	»	»	1	»	»	»	1	2	6	»	»	»	1	1	1	»	»	1	»	»	»	4	10
18	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	2	1	»	»	»	1	»	»	»	1	1	»	1	5	7
19	1	2	1	1	»	2	»	1	1	1	2	»	12	1	2	»	1	»	»	»	»	»	1	»	2	7	19
20	1	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	1	4	»	1	»	»	»	»	1	»	1	1	»	»	4	8
21	»	1	»	»	3	»	»	»	»	»	»	2	6	»	»	2	»	»	»	»	»	»	1	»	2	5	11
22	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	2	»	»	1	»	1	»	»	»	1	»	»	»	3	5
23	1	1	1	1	»	1	»	»	1	»	»	»	6	1	»	1	»	»	1	»	»	»	1	»	»	4	10
24	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	2	3
25	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	2
26	2	1	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	5
27	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	2	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	2	4
28	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	2
29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	1	»	1	»	»	»	»	1	»	»	»	1	4	4
30	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	3	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	2	5
31	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	2	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	2	4
32	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	2
33	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	1
34	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	2	2
35	»	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	2
43	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1
46	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	1
48	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	1
51	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»		»	»	»	»	»	»	»	0	1
60	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1
Long^r d'une période moy.	6,7 j	7,7 j	6,1 j	5,2 j	5,1 j	4,2 j	3,7 j	4,1 j	4,1 j	4,8 j	5,8 j	8,0 j	5,2 j	5,7 j	5,9 j	5,5 j	5,3 j	5,2 j	4,4 j	4,8 j	4,5 j	4,5 j	4,7 j	5,4 j	6,8 j	5,1 j	5,2 j

TABLEAU N° 16.

DURÉE des PÉRIODES.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMB.	OCTOBRE.	NOVEMB.	DÉCEMB.	L'ANNÉE.
NOMBRE DE PÉRIODES D'ASCENSION DE LA TEMPÉRATURE.													
1 jour . . .	73	78	97	79	81	94	103	95	118	121	80	87	1106
2 jours . . .	60	49	62	55	74	64	67	68	57	66	62	57	741
3 — . . .	29	33	31	27	37	40	45	35	38	32	35	34	416
4 — . . .	25	14	16	22	16	15	15	19	14	12	12	9	189
5 — . . .	8	7	12	12	16	7	4	7	5	4	3	10	95
6 — . . .	2	5	4	10	3	3	3	1	1	0	2	2	36
7 — . . .	0	1	3	2	2	1	2	1	0	0	0	3	15
8 — . . .	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5
TOTAL. . .	198	187	226	207	230	225	240	226	233	235	194	202	2603
NOMBRE DE PÉRIODES OÙ LA TEMPÉRATURE A ÉTÉ STATIONNAIRE.													
1 jour . . .	13	15	17	15	18	22	20	28	19	14	19	14	214
2 jours . . .	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4
NOMBRE DE PÉRIODES DE DESCENTE DE LA TEMPÉRATURE.													
1 jour . . .	66	74	111	100	113	128	108	108	105	99	54	70	1134
2 jours . . .	68	52	56	60	66	67	80	73	68	67	53	57	767
3 — . . .	31	34	36	30	25	29	30	31	34	40	41	30	391
4 — . . .	23	15	9	8	10	6	9	10	21	19	18	18	166
5 — . . .	9	10	8	4	6	5	4	9	3	7	15	11	91
6 — . . .	6	3	3	3	0	0	1	1	1	3	9	8	38
7 — . . .	0	0	0	2	0	1	0	0	1	2	2	4	12
8 — . . .	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9 — . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
TOTAL. . .	205	188	223	207	220	236	252	252	231	237	193	199	2603
TOTAL GÉN.	416	391	460	430	468	485	492	486	484	480	407	415	5424

TABLEAU N° 17.

TEMPÉRATURES MOYENNES. — PÉRIODES THERMIQUES DE 5°.

1833.		1834.		1834.		1835.		1836.		1837.		1838.		1839.	
Janv. 5	-5°,6	Janv. 3	4°,1	Déc. 15	-0°,1	Oct. 14	13°,4	Août 25	12°,9	Juin 21	21°,4	Avril 29	4°,1	Janv. 14	9°,0
8	0,6	24	11,6	17	5,7	19	4,0	Sept. 5	19,1	Juill. 2	12,5	Mai 5	19,4	18	1,1
10	-6,4	Fév. 2	1,0	19	0,0	26	13,0	22	10,0	28	22,6	11	6,4	21	6,1
13	3,1	6	6,3			Nov. 11	-1,4	28	17,8	Août 8	16,0	29	17,2	Fév. 1	-4,3
25	-4,9	10	-0,6	1835.		Déc. 1	12,0	Oct. 4	10,2	20	23,7	Juin 8	9,5	9	9,0
Fév. 9	10,3	28	11,5	—		11	-5,2	8	19,2	25	13,2	18	21,3	22	0,4
16	3,4	Mars 19	1,0	Janv. 1	11,2	19	2,9	22	8,0	30	18,9	23	15,7	Mars 2	6,9
27	9,5	22	9,6	7	-1,2	22	-7,5	25	13,7	Sept. 4	12,0	26	21,8	7	-1,3
Mars 9	-2,1	26	4,0	15	10,2	24	3,7	Nov. 1	2,6	9	19,8	Juill. 1	16,7	16	8,6
Avril 5	12,3	Avril 6	9,4	22	0,7	28	-1,4	3	9,8	15	11,8	6	22,6	19	3,3
18	6,0	13	3,4	27	8,2	30	4,0	8	4,0	18	18,3	8	17,5	24	10,2
Mai 5	19,9	Mai 9	20,9	29	2,4			12	9,9	27	8,3	14	26,5	Avril 4	1,1
7	12,7	11	13,8	Fév. 4	8,6	1836.		20	3,4	Oct. 4	17,4	25	12,4	17	11,8
18	21,7	13	20,6	10	2,3	—		29	14,3	Nov. 8	2,7	Août 5	20,1	25	5,8
27	10,5	31	11,2	27	8,5	Janv. 2	-8,5	Déc. 10	3,7	11	9,5	16	13,1	Mai 9	19,3
Juin 11	21,0	Juin 4	21,9	Mars 2	3,3	5	6,5	20	8,8	17	0,9	20	19,0	15	7,4
15	15,5	7	14,5	13	10,1	10	-2,4	30	-6,5	20	9,2	25	13,7	20	16,6
29	22,4	22	25,2	25	2,3	24	10,5			Déc. 7	-0,1	29	20,1	25	8,6
Juill. 3	14,9	Juill. 1	14,4	Avril 3	17,7	31	2,8	1837.		20	10,7	30	13,0	Juin 1	20,0
7	20,0	13	25,0	6	6,0	Fév. 10	8,5	—		22	3,6	Sept. 5	19,3	5	14,0
10	14,5	15	19,5	10	13,0	21	-1,2	Janv. 7	5,4	25	11,2	10	11,2	18	23,3
20	20,3	19	25,6	17	2,7	Mars 20	14,9	16	-3,3			20	17,5	Juill. 1	11,7
Août 7	12,9	20	18,3	22	11,6	Avril 3	4,7	25	9,8	1838.		22	12,3	8	23,2
20	17,9	31	24,0	28	5,6	21	12,7	29	0,3	—		28	19,5	Août 21	12,3
27	12,1	Août 28	13,6	Mai 10	16,2	30	4,4	Fév. 2	6,3	Janv. 19	-15,9	Oct. 14	4,6	26	19,0
30	18,1	Sept. 5	22,1	30	9,3	Mai 18	15,4	6	-1,2	23	- 0,1	17	14,0	29	13,7
Sept. 5	9,3	15	12,1	Juin 11	23,1	27	9,2	14	9,5	25	-12,4	Nov. 3	6,4	Sept. 12	21,8
11	16,6	18	22,0	28	10,0	Juin 16	22,2	Mars 1	0,1	30	2,7	9	14,2	Oct. 1	11,2
13	11,2	25	10,4	Juill. 28	23,3	21	15,1	11	8,5	Fév. 5	- 7,3	13	3,1	11	17,9
25	18,0	28	19,5	Août 9	14,8	24	21,2	22	-3,4	8	6,8	17	9,1	30	1,8
Oct. 11	7,7	Oct. 2	10,0	12	24,3	26	15,7	Avril 4	6,6	16	- 6,8	20	1,2	Nov. 4	12,8
28	14,1	9	18,4	15	17,1	Juill. 2	23,1	6	-0,1	21	6,0	22	6,5	24	1,7
Nov. 15	-0,4	12	10,4	21	22,0	9	17,7	30	13,1	25	1,0	27	-3,3	26	9,0
23	9,0	15	16,9	Sept. 2	13,5	12	24,0	Mai 10	6,3	Mars 5	10,5	Déc. 3	12,1	Déc. 9	-0,8
27	1,6	27	5,8	5	19,0	21	13,0	18	12,4	10	3,1	22	-2,4	12	7,0
Déc. 5	9,9	Nov. 6	16,7	12	12,3	29	22,5	22	7,1	15	9,7			18	1,9
13	1,9	15	0,3	22	19,7	31	13,9	30	18,7	24	2,4	1839.		24	12,9
19	9,7	17	8,2	29	11,2	Août 5	19,8	Juin 3	10,0	Avril 12	12,1	—		31	3,2
27	3,8	20	-0,2	Oct. 1	16,4	10	14,7	14	22,4	18	3,7	Janv. 7	6,4		
30	9,4	Déc. 4	9,3	11	8,0	15	21,3	19	16,1	26	14,0	10	-0,3		

TEMPÉRATURES MOYENNES. — PÉRIODES THERMIQUES DE 5°.

1840.		1841.		1842.		1843.		1844.		1845.		1846.		1847.	
Janv. 2	9°,5	Fév. 9	-2°,0	Mars 4	9°,8	Janv. 4	-0°,2	Janv. 3	-0°,7	Janv. 12	5°,9	Janv. 4	-0°,7	Avril 3	3°,5
11	-7,6	10	-7,5	11	4,5	8	5,9	6	7,8	Fév. 2	- 2,9	22	11,5	12	10,2
22	9,8	20	10,1	18	10,3	20	-0,2	13	-6,5	5	3,0	Fév. 10	-3,2	16	2,6
Fév. 23	-4,2	25	-0,7	24	0,8	28	10,0	19	4,2	11	- 9,3	28	13,8	Mai 24	21,9
Mars 14	6,6	Mars 27	14,7	30	10,9	Fév. 18	-0,6	24	-1,6	13	0,8	Mars 21	3,1	25	15,1
25	0,3	Avril 12	5,5	Avril 10	1,5	22	6,9	30	5,9	20	-11,1	Avril 2	12,5	29	22,0
Avril 27	17,7	28	19,5	24	17,7	Mars 3	-2,0	Fév. 14	-2,0	26	2,0	7	7,3	Juin 10	10,2
Mai 12	11,8	Mai 14	10,7	Mai 10	9,3	23	14,9	19	3,8	Mars 6	- 7,7	12	14,2	14	19,3
14	17,1	28	23,7	27	18,3	28	4,6	23	-1,7	11	1,1	27	5,7	19	14,1
21	7,7	Juin 16	10,5	Juin 3	13,0	31	14,5	Mars 1	7,0	13	- 8,6	Mai 10	14,6	Juill. 17	24,8
Juin 2	21,6	29	18,7	12	22,3	Avril 12	2,9	8	1,5	Avril 3	11,0	15	9,1	26	16,1
4	12,2	30	12,2	18	14,4	20	17,0	Avril 4	14,4	12	4,7	Juin 22	23,3	Août 2	23,5
17	20,9	Juill. 5	20,2	Juill. 1	22,9	24	8,1	7	6,6	28	15,0	25	14,1	9	15,7
25	11,8	Août 2	13,3	2	15,2	Mai 1	14,5	18	14,8	Mai 19	6,6	Juill. 5	25,3	16	24,0
Juill. 3	19,6	9	20,1	5	23,3	8	7,4	20	9,6	Juin 13	23,6	7	16,8	Sept. 5	11,0
14	13,1	13	13,8	7	15,2	Juin 1	18,0	26	15,2	23	14,3	14	22,4	13	17,7
Août 12	20,7	21	20,8	12	23,3	6	13,0	29	7,5	Juill. 3	23,5	18	16,3	Oct. 14	7,9
18	14,5	25	12,5	16	15,8	18	20,2	Mai 5	15,7	4	18,5	24	23,9	18	15,0
Sept. 3	22,6	Sept. 1	21,5	20	21,8	28	11,1	18	7,6	7	25,8	26	17,3	27	5,5
18	9,8	7	11,9	31	14,1	Juill. 5	24,3	23	15,5	15	13,0	Août 6	26,5	Nov. 8	12,4
29	15,6	11	21,7	Août 10	24,2	10	14,1	26	9,7	23	20,3	Nov. 12	-1,3	19	2,2
Oct. 18	7,2	Oct. 22	5,5	12	17,7	18	20,0	Juin 8	19,5	Août 15	12,1	25	12,3	27	10,6
Nov. 18	12,5	24	12,2	19	25,7	23	13,6	19	13,8	19	18,4	Déc. 5	-3,9	Déc. 30	-3,7
29	0,0	Nov. 18	-0,2	21	19,1	Août 10	22,1	24	23,8	Sept. 5	11,2	10	1,1	**1848.**	
Déc. 2	6,9	22	11,6	25	24,6	12	15,0	28	13,9	17	18,1	18	-8,8	—	
7	-1,9	27	1,6	Sept. 1	14,0	18	22,6	Juill. 25	20,5	25	9,9	21	4,9		
9	3,1	30	13,1	4	20,1	Sept. 13	13,9	Août 27	12,8	Oct. 3	17,6	31	-8,7	Janv. 3	2,1
15	-9,0	Déc. 20	-1,1	5	14,9	17	19,0	Sept. 8	21,5	16	7,9			10	-6,8
21	-1,3	25	6,5	8	21,1	28	9,0	Oct. 8	8,0	19	13,0	**1847.**		14	0,6
28	-7,2			Oct. 1	7,3	Oct. 7	16,0	13	13,7	Nov. 3	2,5	—		28	-9,7
1841.		**1842.**		3	12,6	17	3,7	Nov. 3	2,6	9	13,1	Janv. 5	5,3	Fév. 15	9,4
—		—		Nov. 6	-1,1	31	16,7	16	11,8	15	5,6	17	-8,8	19	0,4
		Janv. 9	-8,1	12	9,7	Nov. 14	-0,4	Déc. 12	-9,7	19	10,8	27	7,3	28	10,6
Janv. 2	4,0	18	2,8	18	0,4	22	10,7	18	4,6	24	2,4	Fév. 10	-4,1	Mars 8	0,3
8	-7,1	26	-3,3	29	10,0	25	4,0	23	-4,0	27	10,0	18	9,7	Avril 3	17,6
18	10,1	Fév. 3	4,3	Déc. 9	-1,1	26	9,8	29	5,2	Déc. 13	2,0	28	-2,1	11	6,0
21	-0,4	6	-2,1	22	8,7	Déc. 13	0,3	**1845.**		16	7,2	Mars 8	3,7	21	14,0
28	4,8	13	9,4	25	2,8	16	8,2	—		23	0,6	11	-6,6	27	6,8
Fév. 5	-7,9	20	0,8	31	9,8			Janv. 8	-1,2	30	7,3	28	11,1	Mai 17	19,4

TEMPÉRATURES MOYENNES. — PÉRIODES THERMIQUES DE 5°.

1848.		1849.		1850.		1851.		1852.		1853.		1854.		1855.	
—		—		—		—		—		—		—		—	
Mai 28	12°,5	Mai 24	12°,7	Mai 3	5°,8	Mai 6	5°,1	Avril 10	5°,3	Mai 11	6°,5	Juill. 29	15°,9	Mai 5	6°,3
Juin 13	22,0	29	20,8	8	15,8	12	14,4	15	11,5	27	21,0	31	21,2	26	21,5
14	14,8	30	14,6	16	7,7	15	9,4	20	3,0	30	12,4	Août 5	15,8	30	9,8
17	22,9	Juin 6	24,4	Juin 6	19,7	23	16,2	23	11,1	Juin 19	20,3	15	20,9	Juin 7	23,0
21	15,3	14	11,2	16	12,5	28	10,2	25	5,8	21	14,5	18	14,3	18	11,4
24	21,0	24	19,8	27	23,5	Juin 4	18,1	30	11,8	29	22,7	22	21,1	30	21,0
Juill. 2	14,2	Juill. 1	13,9	Juill. 9	12,6	5	12,0	Mai 4	5,7	Juill. 3	15,4	Sept. 9	12,4	Juill. 6	15,1
8	22,8	9	25,7	16	22,9	8	18,6	17	21,3	9	25,9	17	20,2	10	21,7
12	15,0	Août 5	13,6	28	16,4	11	12,9	21	13,2	31	15,9	23	11,0	22	15,5
20	21,6	9	21,1	Août 6	23,8	13	21,0	27	18,8	Août 20	21,5	Oct. 6	16,6	Août 3	22,1
Août 25	12,6	20	12,3	8	15,3	18	13,5	31	10,8	Sept. 27	9,6	8	8,7	14	15,5
29	21,3	Sept. 2	22,0	15	20,6	22	23,3	Juin 8	20,8	29	14,7	10	15,8	25	21,4
Sept. 2	13,7	Oct. 16	4,4	31	11,8	24	15,0	11	13,5	Oct. 4	7,7	28	6,6	27	15,9
6	19,1	21	15,2	Sept. 3	16,8	Juill. 2	23,0	Juill. 17	27,6	28	15,7	Nov. 1	12,0	29	21,5
17	10,4	Nov. 1	5,8	14	10,0	17	14,0	Août 14	16,2	Nov. 5	5,3	14	2,3	Sept. 11	11,8
Oct. 5	17,1	4	12,6	21	17,3	24	21,3	18	21,5	8	10,3	16	8,7	24	18,7
19	5,9	7	6,1	Oct. 16	7,2	Août 6	16,2	Oct. 17	6,0	14	1,8	28	-0,2	26	9,0
25	14,0	9	11,9	19	12,5	14	21,7	23	15,2	17	7,1	Déc. 4	8,2	Oct. 1	18,0
Nov. 12	0,8	27	-3,7	26	3,1	Sept. 27	9,6	28	7,7	Déc. 11	- 3,5	12	1,4	Nov. 6	2,5
Déc. 8	11,2	Déc. 6	7,0	Nov. 3	12,0	Oct. 14	15,9	Nov. 2	16,2	14	2,9	15	10,0	10	9,2
22	-4,5	12	-1,6	16	4,1	18	8,2	13	5,6	19	- 8,5	20	1,4	26	- 0,7
28	4,6	16	11,3	25	10,6	20	13,3	16	12,2	24	- 0,7	23	8,3	Déc. 1	5,0
		24	-3,4	30	-0,7	Nov. 21	-0,1	Déc. 1	2,7	26	-12,1	28	2,5	4	- 3,2
1849.		27	2,9	Déc. 6	7,7	Déc. 10	10,1	14	10,6					6	2,3
—				9	0,2	29	-2,7	24	4,1	1854.		1855.		10	- 3,5
Janv. 2	-6,4	1850.		16	9,2			28	10,5	—		—		16	4,0
11	4,6	—		25	-0,6	1852.				Janv. 31	9,5	Janv. 8	7,7	22	-10,1
12	-1,8	Janv. 3	-3,5			—		1853.		Fév. 4	1,8	21	- 9,3	29	8,4
20	8,5	5	1,5	1851.		Janv. 16	12,1	—		7	9,7	27	- 0,5		
Fév. 2	2,8	14	-8,9	—		30	3,2	Fév. 19	-4,0	14	- 3,7	Fév. 2	-11,5	1856.	
Mars 6	8,9	19	1,4	Janv. 1	10,0	Fév. 6	9,7	Mars 14	10,7	Mars 15	12,4	5	4,2	—	
10	1,4	21	-9,7	27	0,6	13	0,1	19	-3,9	21	2,8	18	-11,5	Janv. 2	2,3
17	7,6	26	4,1	30	7,9	18	7,7	Avril 7	12,2	Avril 15	16,0	Mars 3	7,5	6	8,1
25	0,2	31	-2,6	Fév. 16	0,8	26	-0,1	10	4,5	17	10,7	11	- 0,2	14	-3,9
Avril 8	12,6	Fév. 3	9,2	20	7,0	Mars 24	9,3	12	-9,7	21	18,1	22	9,4	24	9,8
18	2,3	14	1,4	Mars 3	-0,7	27	3,2	14	3,7	25	4,1	26	0,6	Fév. 4	0,0
Mai 6	17,9	Mars 4	9,9	20	11,6	31	12,7	20	12,3	Juin 26	21,9	Avril 17	13,5	13	11,4
10	8,0	18	-1,7	Avril 6	4,1	Avril 3	4,3	26	6,1	Juill. 6	14,5	23	4,5	22	-1,3
22	17,7	Avril 9	16,0	19	16,1	7	11,3	Mai 4	15,1	25	25,5	Mai 4	11,6	28	7,3

TEMPÉRATURES MOYENNES. — PÉRIODES THERMIQUES DE 5°.

1856.		1856.		1857.		1858.		1859.		1860.		1861.		1862.	
—		—		—		—		—		—		—		—	
Mars 8	1°,1	Nov. 24	10°,5	Sept. 26	18,5	Juill. 3	14,2	Mai 8	16°,3	Mars 10	-1°,3	Fév. 23	11,4	Janv. 28	2°,3
10	6,6	Déc. 3	-1,7	Nov. 1	7,8	16	25,7	14	11,3	Avril 7	12,0	Mars 14	3,5	Fév. 1	10,5
13	1,1	8	12,7	7	14,7	Août 2	14,5	Juin 10	21,6	12	4,3	29	13,5	9	-4,1
19	10,9	17	-1,1	12	3,8	13	24,4	15	13,2	16	9,4	Avril 10	3,5	20	11,6
30	0,5	22	6,0	14	9,1	16	17,5	27	23,6	20	4,1	26	11,3	Mars 2	-0,1
Avril 3	13,3	29	-1,7	20	1,7	19	25,0	30	15,9	Mai 19	19,9	28	5,8	9	12,4
7	7,9			24	8,3	29	13,4	Juill. 4	26,0	29	10,0	Mai 13	16,5	23	3,0
14	13,6	**1857.**		Déc. 1	2,0	Sept. 18	21,2	11	19,2	Juin 25	21,7	19	8,9	28	15,8
17	5,1	—		4	10,1	21	15,5	13	24,9	Juill. 1	13,3	Juin 21	23,5	Avril 13	3,5
26	16,0	Janv. 2	7,8	15	-0,6	23	21,0	15	18,2	17	21,6	Juill. 3	14,9	26	18,8
Mai 3	5,8	8	-6,1	23	9,0	Oct. 10	8,5	19	25,9	26	13,0	13	21,4	28	12,1
28	17,1	19	6,6			19	15,0	25	16,1	Août 16	19,3	29	15,5	Mai 2	20,1
31	11,7	Fév. 4	-5,1	**1858.**		Nov. 23	-6,2	Août 9	23,7	Sept. 12	10,3	Août 13	24,6	3	13,9
Juin 4	19,9	11	7,0	—		28	10,4	16	16,7	18	16,8	Sept. 27	11,3	7	20,6
7	12,8	15	2,0	Janv. 5	-7,3	Déc. 17	0,2	26	24,7	Oct. 13	5,2	Oct. 2	18,7	12	12,4
13	21,5	Mars 2	8,3	20	6,3	24	8,6	Sept. 15	11,5	28	13,6	5	13,5	21	18,4
24	14,7	11	-0,3	Fév. 2	-0,7			26	20,5	Nov. 11	0,9	9	19,0	22	12,9
28	23,0	19	13,0	5	7,2	**1859.**		30	14,0	15	10,3	21	8,2	Juin 7	21,3
Juill. 3	12,8	22	1,1	10	-2,0	—		Oct. 5	19,0	28	0,9	22	14,0	28	13,0
7	18,0	Avril 6	15,0	13	5,7	Janv. 9	-1,7	23	4,7	Déc. 7	9,4	28	3,5	Juill. 6	20,0
9	12,3	14	4,2	26	-3,0	30	9,0	Nov. 7	13,9	29	-7,0	Nov. 14	10,5	12	13,9
16	20,7	20	14,5	Mars 25	10,7	Fév. 5	3,3	21	-0,7			19	-1,3	15	20,5
21	14,7	27	3,3	26	3,6	17	10,2	28	6,0	**1861.**		23	7,2	17	14,9
24	22,7	Mai 22	22,0	Avril 1	13,4	20	4,6	Déc. 4	-4,0	—		25	1,1	27	21,3
26	16,7	Juin 1	12,9	2	4,9	Mars 8	11,2	7	5,5	Janv. 1	3,4	30	10,7	31	15,3
Août 2	23,7	7	23,7	4	10,9	10	2,7	19	-10,1	3	- 5,7	Déc. 5	0,6	Août 3	21,3
7	18,2	14	12,0	13	4,0	12	11,6			4	- 0,7	9	9,8	Sept. 23	10,3
11	24,3	29	23,0	17	17,9	23	5,4	**1860.**		9	-12,3	30	-3,0	29	19,7
Sept. 4	11,9	Juill. 8	14,5	Mai 8	7,2	29	12,9	—		13	- 5,9			Oct. 10	12,0
9	17,3	16	25,1	22	18,7	Avril 1	3,2	Janv. 1	11,5	16	-11,3	**1862.**		15	18,5
20	10,6	18	18,5	26	11,7	8	16,9	Fév. 14	-5,1	26	8,1	—		Nov. 25	-3,9
Oct. 6	17,8	Août 5	26,8	Juin 4	26,0	17	3,9	19	3,4	Fév. 5	1,1	Janv. 11	9,0	Déc. 7	10,6
Nov. 6	-0,3	9	16,5	12	19,8	29	15,8	23	-3,4	7	8,1	19	-7,5	16	1,1
10	7,2	24	23,9	16	27,6	Mai 2	9,3	Mars 4	6,5	12	0,1	25	7,4	28	7,5
15	2,0	Sept. 21	12,7												

TABLEAU N° 18.

LISTE DES JOURS TRÈS-CHAUDS DE LA PÉRIODE 1833-1862, AVEC LES MAXIMA.

1833.		**1834.**		**1836.**		**1839.**		**1841.**		**1842.**		**1843.**		**1845.**	
—		—		—		—		—		—		—		—	
Mai 4	24°,6	Juill. 31	29°,5	Juin 16	27°,9	Mai 8	23°,7	Janv. 17	11°,7	Avril 25	23°,2	Mars 24	16°,5	Juin 11	27°,1
5	26,3	Août 16	28,5	17	28,2	9	25,0	Fév. 20	14,1	26	21,4	31	19,8	12	30,7
6	22,9	Sept. 6	26,9	Juill. 1	27,8	10	23,6	21	14,3	28	20,4	Avril 17	18,7	13	30,1
9	25,3	17	26,8	2	28,6	11	23,0	Mars 12	14,8	29	22,8	19	20,9	Juill. 3	30,4
10	26,9	18	28,7	3	28,9	31	25,8	13	16,8	30	22,2	20	23,4	6	32,7
12	24,1	19	27,8	6	28,8	Juin 1	26,7	17	17,0	Mai 1	22,1	30	20,8	7	32,3
13	24,8	20	28,3	7	30,1	14	28,8	18	18,1	20	24,1	Mai 1	21,4		
14	24,9	21	27,6	Oct. 16	20,9	18	31,2	19	16,8	Juin 9	28,1	Juill. 4	29,1	**1846.**	
15	25,8	Oct. 7	23,4	Nov. 29	17,0	19	32,9	20	16,8	10	27,6	5	32,8	—	
16	26,4	10	23,0	30	17,4	Sept. 12	26,3	22	15,9	11	29,5	Août 10	28,2	Janv. 22	13,5
17	28,1	Nov. 6	18,8			Oct. 11	22,0	23	17,5	12	31,0	18	29,2	Fév. 24	15,8
18	28,7	7	17,9	**1837.**		12	22,0	25	15,9	13	30,3	19	28,5	25	15,0
19	23,5	8	18,5	—		Déc. 22	12,3	26	19,8	30	28,2	Sept. 15	25,3	27	17,1
Juin 11	27,7			Mai 30	25,1	23	12,9	27	20,9	Juill. 1	29,4	18	25,3	28	18,2
29	28,1	**1835.**		Juill. 28	29,3	24	14,3	Avril 27	24,2	5	30,3	Oct. 31	18,8	Mars 1	13,9
30	27,0	—		Août 11	29,2	25	14,7	28	25,7	12	30,2	**1844.**		2	14,2
Déc. 19	13,0	Janv. 15	11,9	20	20,7	27	14,7	29	25,3	20	28,4	—		4	17,5
1834.		Avril 2	20,7	21	28,9	28	15,0	30	25,5	Août 5	30,0	Avril 3	19,0	Avril 12	18,1
—		3	22,0	Déc. 20	13,3			Mai 1	22,3	10	29,9	4	21,1	13	18,0
		Juin 7	27,9	21	13,9	**1840.**		2	23,8	11	31,6	5	19,0	14	19,9
Janv. 17	12,1	8	27,5	25	13,0	—		3	23,8	15	29,3	11	19,1	Juin 2	26,7
18	12,7	9	28,0	26	12,6	Janv. 21	12,5	8	23,1	16	30,2	17	19,7	3	27,5
Mars 10	15,1	10	28,5	**1838.**		Avril 15	18,8	25	26,5	17	31,2	18	21,3	5	27,2
Avril 28	20,0	11	29,8	—		16	19,8	26	28,2	18	29,3	22	20,1	6	28,3
29	20,6	12	27,9	Mai 2	22,2	17	19,0	27	28,8	19	32,6	26	23,4	7	29,3
30	21,5	Juill. 4	28,4	3	22,8	25	21,2	28	28,3	20	30,8	Mai 6	22,3	14	27,7
Mai 5	22,7	19	28,9	4	23,1	26	23,4	29	27,8	22	28,8	Juin 22	28,3	16	27,6
6	24,0	22	28,7	5	25,4	27	24,3	Sept. 1	27,9	23	30,3	23	28,4	17	28,2
9	26,7	28	28,5	6	26,8	28	25,3	4	26,3	24	29,1	24	30,6	18	29,0
10	27,5	Août 11	28,5	7	23,4	29	23,3	11	27,0	25	31,6	Sept. 7	26,2	19	29,7
12	23,6	12	29,8	8	25,5	30	24,3	12	28,4	26	29,2	8	26,2	20	29,0
13	25,1			9	25,7	Mai 6	22,1	13	26,3					21	28,6
Juin 4	27,5	**1836.**		10	23,5	Juin 2	27,0	14	25,2	**1843.**		**1845.**		22	31,6
21	30,1	—		Juill. 6	29,0	3	27,6	15	26,0	—		—		Juill. 4	31,1
22	30,3	Mars 7	15,0	7	29,3	Sept. 2	26,3			Mars 19	16,3	Avril 20	20,2	5	33,9
Juill. 12	30,5	19	17,4	13	30,7	3	27,3	**1842.**		20	16,8	22	20,8	14	29,1
13	31,8	20	19,0	14	30,8	Nov. 13	15,6	—		21	17,4	23	20,1	24	31,5
18	32,2	21	20,4	Sept. 28	24,3	17	16,1	Avril 23	22,2	22	18,8	24	20,1	30	29,4
19	33,1	22	20,7	Nov. 10	17,0	18	15,7	24	23,8	23	18,5	28	20,2	31	31,1

LISTE DES JOURS TRÈS-CHAUDS DE LA PÉRIODE 1833-1862, AVEC LES MAXIMA.

1846.	
Août 1	34°,2
4	30,0
5	33,1
6	33,0
7	30,0
Sept. 6	27,2
7	26,5
8	26,6
1847.	
Mars 18	16,4
Mai 23	28,5
24	28,0
27	27,1
28	28,4
29	27,2
Juill. 5	28,7
6	29,2
7	29,3
13	29,7
14	29,2
16	30,2
17	32,1
Août 1	28,3
2	30,5
15	29,9
16	30,4
1848.	
Mars 31	19,5
Avril 1	20,0
2	21,3
3	21,9
4	22,2
5	23,6
6	19,8
1848.	
Mai 10	23°,8
11	23,9
13	23,7
14	24,6
15	26,0
16	25,2
17	25,6
Juin 17	28,5
Juill. 7	29,3
8	30,3
Déc. 11	13,1
1849.	
Mai 4	22,9
5	23,0
6	23,9
Mai 27	25,1
28	27,3
29	27,9
Juin 1	28,4
2	27,4
3	29,0
5	29,3
6	32,5
Juill. 8	30,0
9	32,8
Sept. 2	26,7
4	26,6
7	25,8
1850.	
Avril 8	19,7
9	21,9
Juin 24	28,3
25	28,8
26	28,0
1850.	
Juin 27	30°,9
Juill. 24	29,9
Août 6	30,1
1851.	
Avril 18	19,5
19	21,8
21	19,9
Juin 22	28,6
28	27,9
29	28,1
30	28,1
Juill. 1	28,7
2	29,4
Août 24	27,5
1852.	
Janv. 13	13,2
14	13,3
16	13,4
Mai 11	23,7
17	25,5
18	26,9
19	27,5
Juill. 5	31,0
6	32,1
7	30,5
9	29,6
10	31,9
11	31,2
12	31,9
13	31,9
14	31,4
15	30,0
16	32,1
17	32,9
18	32,5
1852.	
Juill. 21	28°,5
Nov. 2	19,0
3	19,1
6	17,9
Déc. 26	12,4
1853.	
Mai 26	25,5
27	26,5
Juin 29	28,2
Juill. 8	30,0
9	30,7
10	29,5
1854.	
Mars 14	16,0
15	17,4
Avril 10	17,8
12	18,7
15	20,6
16	22,0
19	19,8
20	21,2
21	23,2
23	21,6
Juill. 21	28,2
22	28,7
23	28,5
24	29,5
25	30,7
26	30,3
1855.	
Mai 25	24,8
26	26,5
1855.	
Mai 27	26°,3
Juin 7	28,9
14	28,6
Oct. 1	23,6
1856.	
Fév. 10	13,2
13	14,0
Avril 14	17,9
26	21,1
Juin 28	27,4
Août 2	29,8
3	29,7
4	29,2
11	28,5
12	29,4
Déc. 8	15,2
11	13,7
1857.	
Mars 19	17,2
20	16,7
Avril 6	18,9
20	20,1
Mai 21	25,9
22	28,2
23	25,6
24	26,3
Juin 6	27,0
7	29,2
8	30,2
21	30,1
27	28,3
28	29,9
29	30,6
Juill. 15	29,8
1857.	
Juill. 16	32°,3
26	27,7
Août 4	32,9
5	34,6
23	28,4
24	30,2
25	28,4
26	28,0
Sept. 1	27,1
1858.	
Mars 25	16,8
Avril 16	21,7
17	22,0
21	20,6
24	20,9
25	21,8
Juin 1	26,8
2	27,4
3	28,9
4	31,8
5	28,2
6	33,0
8	27,7
9	30,5
10	32,2
14	29,0
15	31,5
16	34,7
17	32,4
18	28,5
Juill. 16	32,1
17	31,4
19	29,4
Août 11	28,6
13	30,2
18	28,8
1858.	
Août 19	30°,7
Sept. 15	25,1
18	25,3
23	24,6
1859.	
Mars 8	16,1
12	14,1
Avril 6	18,9
7	21,1
8	22,8
29	20,5
Mai 30	25,2
Juin 3	27,1
10	27,5
27	28,3
28	27,7
29	31,5
Juill. 3	28,5
4	30,5
8	29,1
13	30,7
14	31,4
18	29,4
19	31,3
20	29,5
21	29,1
22	29,7
Août 9	28,9
25	27,0
26	30,0
Sept. 26	24,3
1860.	
Janv. 1	13,2
2	13,2
Mai 19	26,3
1861.	
Fév. 23	13°,9
24	14,9
Mars 28	17,0
29	18,5
Juin 15	27,4
16	27,9
20	28,5
21	28,3
22	28,1
Août 13	29,8
1862.	
Fév. 20	13,5
21	13,9
Mars 8	15,1
9	15,6
12	14,1
25	17,7
26	18,7
27	19,4
28	20,2
29	18,2
Avril 23	22,0
25	22,1
26	24,6
27	25,0
Mai 1	23,0
2	25,2
4	24,3
5	26,5
6	25,5
7	26,8
8	25,2
Sept. 30	23,5
Oct. 16	22,4

LISTE DES JOURS TRÈS-FROIDS DE LA PÉRIODE 1833-1862, AVEC LES MINIMA.

1833.	**1836.**	**1838.**	**1840.**	**1842.**	**1845.**	**1848.**	**1851.**
—	—	—	—	—	—	—	—
Janv. 5 -8°,0	Mai 28 5°,1	Janv. 18 -16°,9	Mars 1 - 6°,4	Nov. 6 - 5°,1	Mars 3 - 6°,7	Janv. 23 - 7°,8	Juin 1 5°,9
23 -7,3	Déc. 28 -7,4	19 -18,7	Juill. 14 8,5	9 - 3,6	4 - 9,6	26 - 9,5	5 6,2
24 -9,3	30 -8,0	20 -17,4	Déc. 14 -10,3		5 - 8,9	27 -10,9	Juill. 17 8,3
25 -8,8	31 -9,8	21 -13,2	15 -11,8	**1843.**	6 -10,7	28 -13,7	Sept. 9 5,5
26 -6,8		22 - 8,1	16 -11,2	—	7 - 9,5	29 - 7,6	10 5,6
Mars 13 -5,1	**1837.**	24 -12,4	17 -12,9	Mars 4 - 5,7	8 - 7,7	Sept. 17 5,6	**1852.**
Août 7 7,8	—	25 -15,2	18 - 9,7	Oct. 16 0,2	9 - 6,0	**1849.**	—
12 7,5	Mars 21 -5,6	26 -13,9	20 - 7,8		12 - 7,9	—	Avril 17 - 2,1
13 7,5	22 -6,3	27 - 9,1	23 - 8,0	**1844.**	13 -11,3	Janv. 2 - 9,7	20 - 1,1
14 7,5	23 -6,1	Fév. 4 -10,9	24 - 8,1	—	14 -13,0	3 - 8,7	21 - 0,5
16 7,5	24 -6,0	5 -11,0	25 - 9,1	Janv. 15 - 8,7	15 -10,3	Juin 10 7,1	25 0,1
27 5,9	Avril 9 -4,1	6 -10,0	26 - 8,9	16 - 9,1	16 - 5,2	12 7,6	Mai 4 1,1
Oct. 11 1,9	10 -2,9	13 10,4	28 -10,7	Juin 17 7,7	18 - 4,1	14 6,1	Juin 2 5,9
	11 -2,3	14 - 7,5		29 6,6	19 - 6,6	Août 5 7,8	**1853.**
1834.	Mai 10 2,2	16 -10,9	**1841**	Déc. 4 - 5,9	Mai 19 3,0	20 7,4	—
—	11 2,0	Avril 29 0,3	—	5 - 6,7	Sept. 7 5,2	Oct. 16 0,5	Fév. 19 - 8,0
Juin 1 5,8	12 1,9	Mai 11 1,3	Janv. 7 - 9,2	6 - 8,2	8 5,3	Nov. 27 - 6,0	Mars 17 - 4,3
Sept. 24 4,4	21 3,9	16 2,1	8 -10,0	7 - 8,6	**1846.**	30 - 5,6	18 - 5,8
Oct. 2 3,4	22 4,2	17 2,5	Fév. 2 - 8,6	8 - 9,8	—	**1850.**	19 - 6,4
	24 5,2	Juin 8 5,5	3 - 9,7	9 -10,4	Déc. 18 -12,6	—	20 - 6,0
1835.	25 4,6	Août 16 8,1	4 -10,8	10 -10,4	30 - 9,4	Janv. 13 - 8,8	27 - 4,5
—	Juin 3 6,2	Nov. 27 - 6,1	5 -10,8	11 -10,4	31 -10,8	14 -11,9	28 - 3,2
Mai 30 4,9	4 6,1		6 - 9,7	12 -12,6	**1847.**	15 - 8,7	29 - 3,6
Juin 28 7,3	5 4,6	**1839.**	7 -10,0	13 - 6,9	—	21 -13,6	30 - 3,1
29 6,7	8 4,0	—	10 -11,3	14 - 8,8	Janv. 1 - 8,1	22 -11,4	Mai 8 1,0
30 6,4	Sept. 27 2,8	Fév. 1 - 9,3	Juin 8 6,7		16 - 9,2	23 - 8,8	11 1,9
Oct. 19 - 0,2	29 3,6	Avril 6 - 1,5	14 5,6	**1845.**	17 -10,7	Mars 17 - 5,4	Déc. 17 - 7,3
Nov. 7 - 3,1		7 - 2,1	16 6,1	—	18 - 8,9	Mai 3 0,8	18 -11,0
11 - 4,4	**1838.**	8 - 0,9	Juill. 16 9,0	Fév. 8 - 7,0	Fév. 10 - 8,2	18 3,5	19 -11,3
Déc. 11 - 8,1	—	Mai 15 2,1		9 -10,3	Mars 10 - 8,3	Juin 16 6,8	25 - 9,5
12 - 7,5	Janv. 9 -13,9	18 3,7	**1842.**	10 -11,1	11 -10,3	18 7,3	26 -13,8
21 - 8,8	10 -12,1	**1840.**	—	11 -12,4	12 - 8,0	Juill. 12 8,3	27 -11,7
22 -10,2	11 -12,9	—	Janv. 7 -10,0	12 -12,4	Juin 7 6,9	Sept. 13 4,0	28 - 7,7
1836.	12 -10,5	Janv. 10 -12,8	8 -11,8	13 -11,0	8 6,8	14 3,9	29 -10,1
—	13 -14,2	11 -10,9	9 -12,6	19 -13,2	9 6,5	Oct. 23 - 0,1	30 -10,3
Janv. 1 - 7,6	14 -17,3	13 - 8,8	26 - 7,6	20 -15,0			
2 -11,7	15 -13,3	Fév. 23 - 7,9	Avril 17 - 2,3	21 - 9,8	**1848.**	**1851.**	**1854.**
Mai 22 4,3	16 -18,8	24 - 6,5	Juill. 16 8,8	22 - 8,5	—	—	—
27 4,1	17 -15,9	27 - 5,7	Oct. 5 3,2	Mars 1 - 7,7	Janv. 21 - 9,3	Mai 28 5,2	Avril 25 - 0,5

LISTE DES JOURS TRÈS-FROIDS DE LA PÉRIODE 1833-1862, AVEC LES MINIMA.							
1855.	**1855.**	**1855.**	**1857.**	**1858.**	**1858.**	**1860.**	**1861.**
—	—	—	—	—	—	—	—
Janv. 17 -10°,7	Fév. 14 - 8°,6	Déc. 4 - 5°,6	Janv. 8 - 9°,1	Fév. 21 - 6°,6	Nov. 24 - 7°,7	Déc. 25 - 7°,5	Avril 20 - 0°,9
18 - 8,9	15 - 8,5	19 - 8,5	Fév. 3 - 7,8	25 - 9,2		29 -10,9	Mai 8 2,3
19 -11,2	16 -10,9	20 - 9,4	4 - 8,1	26 - 6,9	**1859.**		
20 -10,5	17 -15,6	21 -12,6	Avril 26 0,1	27 - 7,3	—	**1861.**	**1862.**
21 -12,1	18 -14,7	22 -13,2	Mai 7 1,6	28 - 8,0	Déc. 4 - 7,1	—	—
22 - 7,8	19 -15,1	23 - 8,5	8 2,2	Mars 4 - 5,1	17 - 9,9	Janv. 7 - 9,8	Janv. 18 - 9,8
28 - 9,9	20 -12,1	**1856.**	Juin 13 6,6	Avril 7 - 1,1	18 -11,7	8 -16,8	19 -10,2
30 -10,9	21 -11,7	—	14 6,6	Mai 7 1,8	19 -12,4	9 -15,9	Fév. 9 - 7,1
31 - 9,9	23 - 8,9	Mars 30 - 4,2	15 5,7	8 2,2	20 -11,3	10 -15,3	Nov. 24 - 5,4
Fév. 1 - 8,2	Avril 1 - 1,6	31 - 2,8		9 2,7		11 - 9,3	25 - 5,8
2 -16,6	23 - 0,2	Avril 20 - 0,3	**1858.**	Nov. 1 - 1,9	**1860.**	13 - 8,8	
3 -10,1	Mai 6 1,7	Mai 5 1,9	—	3 - 2,2	—	14 - 9,5	
9 - 7,7	13 1,8	Juill. 4 8,0	Janv. 5 -10,5	10 - 3,6	Fév. 13 - 7,1	15 -12,6	
10 -12,1	30 4,8	Oct. 27 - 1,4	6 - 9,3	22 - 5,1	24 - 7,1	16 -16,8	
11 -10,5	Juin 18 6,6	28 - 1,4	7 - 9,9	23 -10,4	Nov. 3 - 2,5	17 -12,0	
13 - 8,8	Sept. 26 3,1	Nov. 6 - 4,3					

TABLEAU N° 19.

TEMPÉRATURES EXTRÊMES. — AMPLITUDES DE 15°.							
1833.	**1833.**	**1833.**	**1833.**	**1834.**	**1834.**	**1835.**	**1835.**
—	—	—	—	—	—	—	—
Janv. 24 -9°,3	Juin 2 26°,5	Juill. 8 10°,2	Nov. 15 -4°,0	Mai 12 25°,1	Août 25 } 11°,1	Janv. 8 -5°,0	Juill. 18 28°,9
Fév. 26 13,8	3 8,9	18 26,9		19 8,6	28 }	Mars 12 14,2	20 12,4
Mars 13 -5,1	10 27,7	19 10,8	**1834.**	23 24,0	Sept. 5 26,9	30 -2,3	21 28,7
Avril 4 16,3	15 9,8	19 25,8	—	Juin 1 5,8	15 6,4	Avril 2 22,0	27 10,3
19 0,5	16 26,2	Août 7 7,8		3 27,5	17 28,7	7 0,8	27 28,5
Mai 4 26,3	18 11,0	10 22,8	Janv. 24 13,5	7 9,5	24 4,4	8 16,8	Août 9 9,9
7 6,9	20 26,1	27 5,9	Fév. 10 -3,3	21 30,3	27 23,8	17 -0,7	11 29,8
9 26,9	25 9,6	29 23,7	Mars 9 15,1	29 8,6	Oct. 2 3,4	Mai 20 21,0	19 11,4
11 9,7	26 26,5	Sept. 5 } 6,3	19 -3,0	Juill. 12 31,8	6 23,4	30 4,9	20 27,9
17 28,7	28 10,6	13 }	Avril 19 18,8	15 14,5	27 2,2	Juin 10 29,8	Sept. 2 } 7,3
23 8,5	28 28,1	24 21,8	27 3,0	18 33,1	Nov. 5 18,8	30 6,4	3 }
24 24,7	Juill. 3 9,4	Oct. 11 1,9	Mai 9 27,5	25 14,4	15 -3,8	Juill. 3 28,4	21 23,7
31 5,3	7 28,0	28 17,5	11 7,2	30 29,5	Déc. 31 12,7	10 8,2	Oct. 19 -0,2

TEMPÉRATURES EXTRÊMES. — AMPLITUDES DE 15°.

1835.

Oct. 25	15°,7
Nov. 11	- 4,4
30	14,2
Déc. 22	-10,2
29	5,7

1836.

Janv. 2	-11,7
23	12,5
Fév. 21	- 4,2
Mars 21	20,7
Avril 30	1,0
Mai 17	21,8
27	4,1
Juin 11	26,0
12 } 13 }	10,9
16	28,2
30	10,1
Juill. 2	28,9
4	12,3
6	30,1
9	12,3
11	28,2
21	8,4
29	26,9
Août 12 } 13 }	9,4
14	26,2
25	7,6
Sept. 1	23,9
Oct. 1	6,4
7	22,5
29	-0,2
Nov. 29	17,4
Déc. 31	-9,8

1837.

Janv. 25	12,0
Fév. 6	-4°,5
18	12,4
Mars 22	-6,3
Avril 3	11,0
9	-4,1
Mai 2	17,0
12	1,9
29	25,1
Juin 8	4,0
13	27,4
19	11,6
24	27,0
27	9,1
29	25,3
Juill. 2	7,5
27	29,3
Août 8	10,5
19	29,7
25	7,5
26	24,4
Sept. 4	7,6
9	23,3
27	2,8
Oct. 3	21,3
Déc. 16	-2,9
20	13,9

1838.

Janv. 16	-18,8
22	5,6
25	-15,2
29	6,7
Fév. 5	-11,0
8	9,7
16	-10,9
Mars 5	13,9
24	- 1,4
Avril 11	16,9
Avril 17	- 0°,3
25	19,3
29	0,3
Mai 5	26,8
7	9,3
8	25,7
11	1,3
13	19,2
16	2,1
31	22,2
Juin 8	5,5
18	25,8
23	10,7
25	25,8
Juill. 1	10,4
6	29,3
7	13,5
13	30,8
25	9,1
Août 12	25,4
16	8,1
28	25,3
Sept. 12	6,7
27	24,3
Oct. 14	1,0
Nov. 9	17,0
27	-6,1
Déc. 2	14,0
22	- 4,9

1839.

Janv. 7	10,5
Fév. 1	-9,3
Mai 8	25,0
15	2,1
20	21,7
23	5,5
31	26,7
Juin 2	8°,2
18	32,9
30 } Juill. 6 }	9,2
7 } 12 }	27,7
17	11,3
18	27,4
Août 2	10,6
3	27,3
14	8,8
15	25,2
23	8,4
25	23,6
29	8,2
Sept. 11	26,3
Oct. 1	6,1
11	22,0
Déc. 9	- 2,8
27	15,0

1840.

Janv. 10	-12,8
26	13,1
Fév. 23	- 7,9
Avril 15	19,8
18	2,8
27	25,5
28	9,2
29	24,3
Mai 5	5,5
5	22,1
21	4,1
Juin 2	27,6
4	7,2
16	26,0
25	8,3
Juill. 1	23,8
Juill. 14	8°,5
16	24,7
Août 1	9,6
11	27,1
18	10,7
22	26,3
31	10,5
Sept. 2	27,3
Déc. 17	-12,9

1841.

Janv. 2	5,8
8	-10,0
17	11,8
Fév. 10	-11,3
20	14,3
Mars 1	- 2,8
26	20,9
Avril 13	2,7
27	25,7
Mai 1	8,5
2	23,8
4	7,1
7 } 12 }	23,1
15	5,7
26	28,8
Juin 14	5,6
Juill. 4	25,9
27	8,7
Août 8	25,6
13	9,3
21	26,5
25	8,2
31	27,9
Sept. 2	10,8
3	26,3
7	7,6
Sept. 11	28°,4
Nov. 19	- 2,6
22	14,7
27	- 1,1
30	14,9

1842.

Janv. 9	-12,6
Mars 16	15,7
24	- 2,4
Avril 7	13,7
17	- 2,3
22	22,2
23	7,2
23	23,8
27	4,6
28	22,8
Mai 1	4,8
1	22,1
10	4,9
19	24,1
21	8,8
26	24,5
Juin 1	8,3
1	23,9
3	6,9
10	29,5
11	14,5
11	31,0
12	13,6
12	30,3
18	9,1
30	29,4
Juill. 2	10,8
4	30,3
7	10,2
11	30,2
16	8,8
19	28,4
Juill. 28	9°,2
Août 4	30,0
9	14,2
10	31,6
12	11,2
14	29,3
15	13,6
15	30,2
16	13,9
16	31,2
18	15,1
18	32,6
21	13,3
22	30,3
24	14,7
24	31,6
Sept. 1	9,2
3	24,2
Nov. 6	-5,1
18	14,2

1843.

Mars 4	-5,7
22	18,8
29	-1,1
31	19,8
Avril 14	-0,8
20	23,4
25	2,2
Mai 1	21,4
2	5,4
3	22,1
8	3,7
Juin 18	27,2
29	8,3
5	32,8
26	9,2
Août 10	28,2
12	10,2
Août 18	29°,2
Sept. 13	7,4
15 } 18 }	25,3
Oct. 16	0,2
31	18,8
Nov. 15	-1,8
22 } 26 }	13,2

1844.

Janv. 16	-9,1
Avril 4	21,1
7	1,6
18	21,3
20	4,1
22	20,1
25	4,7
26	23,4
29	1,4
Mai 6	22,3
16	4,3
Juin 1	22,3
4	7,3
9	25,4
11	10,3
13	26,2
17	7,7
24	30,6
29	6,6
Juill. 25	27,2
Août 31	8,2
Sept. 7 } 8 }	26,2
Déc. 12	-12,6

1845.

Janv. 12 } 26 }	7,9

TEMPÉRATURES EXTRÊMES. — AMPLITUDES DE 15°.

1845.		**1846.**		**1847.**		**1848.**		**1849.**		**1850.**		**1851.**		**1853.**	
Fév. 11	-12°,4	Avril 27	3°,0	Janv. 27	9,6	Mai 10	23°,9	Juin 25	9°,7	Juill. 16	28°,5	Sept. 21	21°,7	Fév. 19	- 8°,0
12		Mai 10	19,9	Fév. 10	-8,2	11	6,9	Juill. 8	32,8	21	11,8	Nov. 19	-3,1	Mars 13	13,8
15	2,8	15	3,7	21	10,9	14	26,0	11	10,3	23	29,9	Déc. 10	12,0	19	- 6,4
20	-15,0	24	22,2	Mars 11	-10,3	19	7,0	17	26,3	Août 3	11,8	29	4,9	Mai 3	19,5
26	6,0	29	5,9	18	16,4	25	22,2	Août 5	7,8	5	30,1	**1852.**		8	1,0
Mars 14	-13,0	30		Avril 16	- 0,9	28	6,2	8	25,6	Sept. 14	3,9	—		26	26,5
Avril 3	16,9	Juin 1	23,8	Mai 2	18,1	12	27,4	20	7,4	24	20,3	Janv. 16	13,4	Juin 4	7,5
6	1,5	2	8,5	4	2,9	14	9,7	Sept. 1	26,7	Nov. 30	-3,2	Mars 6	-3,5	13	26,4
22	20,8	2	26,7	23	28,5	16	28,5	Oct. 16	0,5	Déc. 16	13,0	23	14,9	14	11,4
Mai 19	3,0	3	10,4	26	7,9	Juill. 2	9,5	20	18,2			25	-1,6	19	26,7
27	22,5	3	27,5	28	28,4	7	30,3	Nov. 27	-6,0	**1851.**		30	16,1	21	10,3
Juin 1	6,9	4	11,1	Juin 4	9,2	12	10,3	Déc. 15	13,0	—		Avril 3	-0,3	22	
3	24,3	7	29,3	4	26,0	14	26,5	**1850.**		Fév. 28	-3,3	6	17,4	28	28,2
6		10	12,3	9	6,5	16	10,2	—		Avril 18	21,8	10	0,4	Juill. 2	10,5
10	8,5	22	31,6	14	26,4	19	27,7	Janv. 14	-11,9	29	2,3	14	17,9	8	30,7
12	30,7	26	9,5	16	9,2	Août 25	8,7	19	3,3	Mai 11	19,6	17	-2,1	Août 6	11,4
30	9,1	29	27,0	17	32,1	28	26,6	21	-13,6	15	3,9	22	17,9	7	
Juill. 3	30,4	Juill. 1	11,8	25	11,0	Sept. 16	5,5	Mars 3	13,5	25	21,4	25	0,1	20	26,6
5	13,9	5	33,9	Août 2	30,5	20		17	-5,4	28	5,2	26	16,9	Oct. 4	3,6
6	32,7	8	12,0	4	9,3	23	23,0	Avril 8	21,9	29	21,2	Mai 4	1,1	27	18,7
15	9,8	14	29,1	16	30,4	Nov. 12	-1,7	Mai 3	0,8	Juin 1	5,9	10	23,7	Déc. 26	-13,8
22	25,1	23	12,3	Sept. 6	7,1	Déc. 8	13,4	7	20,7	3	24,6	15	7,2		
Août 18	8,8	24	31,5	13	24,0			14	3,5	5	6,2	16		**1854.**	
19	24,0	26	12,3	Oct. 15	2,9	**1849.**		18		12	26,0	18	27,5	—	
Sept. 7	5,2	Août 1	34,2	17	20,1	—		20	22,9	18	8,4	22	8,4	Janv. 30	11,4
9	22,0	3	16,4			Janv. 2	-9,7	22	7,8	21	28,6	23		Fév. 14	- 6,4
25	5,3	5	33,1	**1848.**		Fév. 22	12,8	Juin 5	25,1	23	11,1	25	23,7	Mars 14	17,4
Oct. 3	21,2	Sept. 5	10,9	—		Mars 25	-2,4	9	10,0	29	28,1	Juin 2	5,9	20	- 2,1
Nov. 5	- 1,2	6	27,2	Janv. 28	-13,7	Avril 7	17,0	11	26,6	30	12,1	7	25,7	Avril 9	17,8
8	15,4	Nov. 13	- 2,5	Fév. 27	13,9	18	-0,7	16	6,8	Juill. 1	29,4	11	9,3	10	2,8
1846.		25	13,6	Mars 8	- 2,6	Mai 5	23,9	23	28,3	17	8,3	Juill. 5	32,1	11	18,7
—		Déc. 18	-12,6	Avril 4	23,6	10	4,6	24	10,7	23	27,5	8	14,3	14	2,9
		21	6,6	15	2,0	28	27,9	24	28,8	Août 6	10,1	9	31,9	15	22,0
Janv. 4	- 2,1	31	-10,8	20	19,1	30	9,7	25	13,0	9	26,9	9	16,6	18	5,0
22	13,5			27	2,0	Juin 2	29,0	26	30,9	12	10,9	11	31,9	20	23,2
Fév. 11	- 5,2	**1847.**		28	17,5	4	13,0	Juill. 4	9,9	13	27,2	14	16,5	25	- 0,5
28	18,2	—		Mai 1	1,8	5	32,3	4	25,1	19	11,2	17	32,9	Mai 18	19,9
Mars 13	- 0,7	Janv. 5	7,8	9	23,8	14	6,1	9	8,3	23	27,5	Oct. 16	1,3	20	4,5
Avril 14	19,9	17	-10,7	10	8,6	23	26,1	12		Sept. 9	5,5	Nov. 2	19,1	Juin 26	26,2

TEMPÉRATURES EXTRÊMES. — AMPLITUDES DE 15°.

1854.	1855.	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1862.
—	—	—	—	—	—	—	—
Juill. 6 9°,7	Juill. 5 10°,8	Juin 12 27°,2	Juin 28 30°,6	Juin 26 25°,7	Juin 28 31°,5	Nov. 3 } - 2°,5	Janv. 19 -10°,2
24 30,7	14 27,5	24 10,0	Juill. 8 11,0	28 } 10,5	30 12,7	11 }	31 11,5
29 10,1	22 11,1	27 27,4	13 32,3	30 }	Juill. 3 30,5	30 12,6	Fév. 9 - 7,1
30 26,4	Août 2 26,7	Juill. 3 7,8	29 13,4	Juill. 15 32,1	11 14,1	Déc. 29 -10,9	20 13,9
Août 18 10,2	14 10,6	15 25,9	Août 4 34,6	Août 2 9,0	13 31,4		Mars 5 - 4,0
21 25,7	19 25,8	21 10,9	10 11,7	3 24,8	15 13,0	**1861.**	16 16,1
Sept. 2 7,5	27 9,9	Août 1 29,8	23 30,2	8 9,8	18 31,3	—	23 - 0,6
4 23,0	28 26,0	7 11,5		12 30,2	26 11,5	Janv. 1 6,1	27 20,2
11 7,1	Sept. 8 } 6,6	11 29,4	**1858.**	16 12,9	Août 8 28,9	8 } -16,8	Avril 13 - 0,5
13 22,9	11 }	Nov. 6 -4,3	—	18 30,7	23 12,6	16 }	22 22,0
	23 22,5	24 11,6	Janv. 5 -10,5	29 } 9,6	25 30,0	Fév. 9 12,6	24 6,9
1855.	26 3,1	Déc. 2 3,5	Fév. 4 10,0	31 }	Sept. 15 8,5	13 - 2,4	26 25,0
—	30 23,6	7 15,2	25 - 9,2	Sept. 17 25,3	25 24,3	Mars 28 18,5	28 } 6,7
Fév. 2 -16,6	Déc. 22 -13,2		Mars 24 16,8	Nov. 23 -10,4	Déc. 19 -12,4	Avril 10 - 1,1	30 }
3 6,2	**1856.**	**1857.**	26 - 0,9	27 12,2		16 16,4	Mai 1 25,2
17 -15,6	—	—	31 17,4		**1860.**	20 - 0,9	3 8,5
Mars 22 14,2	Janv. 6. 10,7	Janv. 8 -9,1	Avril 7 - 1,1	**1859.**	—	Mai 12 21,2	6 26,8
28 - 2,2	14 - 6,0	19 7,5	16 22,0	—	Janv. 1 13,2	20 4,4	13 7,7
Avril 17 18,3	24 12,2	Fév. 4 -8,1	19 3,9	Janv. 9 - 5,1	Fév. 13 } - 7,1	Juin 15 27,9	20 23,8
19 2,4	Fév. 4 - 3,3	Mars 18 17,2	24 21,8	Mars 7 16,1	24 }	18 12,7	22 6,9
19 17,4	12 14,0	22 -2,2	Mai 7 1,8	10 - 0,4	Avril 7 16,6	20 28,5	Juin 7 25,8
23 - 0,2	22 - 3,7	Avril 5 18,9	21 22,7	28 16,3	20 0,4	Juill. 4 10,7	24 7,4
Mai 3 17,9	Mars 18 13,5	14 0,9	27 7,2	Avril 1 - 0,7	Mai 2 19,9	Août 2 28,3	Août 2 27,2
6 1,7	30 - 4,2	19 20,1	Juin 3 31,8	7 22,8	7 2,8	7 13,0	Sept. 23 4,4
25 26,5	Avril 13 17,9	26 0,1	5 14,5	17 0,3	18 26,3	12 29,8	29 23,5
30 4,8	20 - 0,3	Mai 21 28,2	5 33,0	28 20,5	22 8,5	Nov. 19 - 4,0	Oct. 10 6,8
Juin 6 28,9	25 21,1	Juin 1 7,8	8 13,7	Mai 6 3,8	23 23,7	30 13,1	15 22,4
11 12,0	Mai 5 1,9	7 30,2	9 32,2	7 21,7	29 6,9	Déc. 30 - 5,0	Nov. 25 - 5,8
13 28,6	Juin 4 24,9	15 5,7	12 15,7	13 3,0	Juin 24 27,0	**1862.**	Déc. 7 12,2
18 6,6	6 } 9,5	20 30,1	15 34,7	Juin 9 27,5	Juill. 10 9,5	—	
30 26,2	7 }	25 13,6	25 10,4	17 8,3	16 28,1	Janv. 11 10,9	

NOTE I.

SUR LES OBSERVATIONS DE LA TEMPÉRATURE ET SUR LA CONSTRUCTION ET L'EMPLOI DES TABLEAUX GÉNÉRAUX.

La météorologie se divise en plusieurs parties, qui sont liées si intimement entre elles, qu'il est fort difficile d'en traiter une sans aborder les autres. Les températures présentent cependant un avantage sous ce rapport, et quoique cet élément météorologique soit fortement influencé par les vents régnants, c'est pourtant celui qu'il est le plus facile d'isoler. Cela tient probablement à ce qu'il offre à un plus haut degré le caractère de causalité.

La question des températures terrestres, comme l'a dit l'illustre Fourier, est l'une des plus importantes et des plus difficiles de toute la philosophie naturelle. Quand on laisse de côté les questions théoriques et qu'on se borne à discuter les résultats fournis par les observations, on se trouve encore en présence d'un grand nombre de problèmes. Les températures peuvent être observées à l'ombre ou au soleil, à l'abri de la pluie et soustraites à la radiation nocturne ou absolument à l'air libre; on peut chercher l'intensité du rayonnement solaire, l'influence des nuages sur la température, celle de la pluie, du vent et des autres agents atmosphériques; on peut désirer connaître comment la température décroît, quand on s'élève dans l'atmosphère, dans quelle proportion elle croît, au contraire, quand on s'enfonce dans l'intérieur de la terre.

Ce Mémoire ayant pour but d'étudier les variations de la chaleur de contact de l'air, l'instrument qui devait être employé, était le thermomètre centigrade ou de Celsius, exposé librement à l'air, mais soigneusement soustrait à la radiation solaire et à la radiation nocturne, et autant que possible à toute espèce de réverbération; il devait être de plus mis à l'abri de la pluie et de la neige. Pour obtenir ce résultat, l'instrument a été placé à l'extérieur d'une fenêtre au nord d'une chambre, où l'on ne fait jamais de feu. Il est à une

hauteur de $3^m,3$ au-dessus du sol et fixé à 15 centimètres de la fenêtre. Un petit toit en verre le protége contre les pluies et les radiations, tout en permettant le libre accès de l'air et son renouvellement rapide.

Les observations régulières de la température, commencées en 1833, ont d'abord été faites quatre fois par jour : à 9 heures du matin, midi, 4 heures et 9 heures du soir; en 1841, on y a joint 2 heures de l'après-midi, qui est à peu près l'époque du *maximum* diurne. Le 1er juin 1841, ont commencé les observations faites aux heures paires, ainsi qu'à 9 heures du matin, et à 9 heures du soir; elles ont été continuées jusqu'en 1847; seulement à partir de janvier 1843, on a aussi observé à 1 heure de l'après-midi, et depuis juin 1844, on a supprimé l'observation de 2 heures du matin. Enfin, de 1848 jusqu'à l'époque actuelle, les températures ont été obtenues par un instrument enregistreur, dont les indications sont contrôlées au moyen d'observations directes faites à 9 heures du matin, midi, 3 heures et 9 heures du soir. Dans les *Annales*, on trouve donc à partir de 1848, les températures de toutes les heures paires, et de plus celles de 9 heures du matin, de 3 heures et de 9 heures du soir.

En outre, depuis 1833, les extrêmes diurnes ont toujours été observés avec soin.

Les températures ont été déterminées, depuis le commencement de l'année 1854, au moyen d'un thermomètre de Newman, construit d'après le système de Six, perfectionné par Bellani. Cet instrument a l'avantage de donner à la fois les deux extrêmes de la température, mais il a besoin d'être soigneusement corrigé.

Les nombres imprimés dans les *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles* sont les lectures faites à la branche droite ou du *maximum;* elles exigent, ainsi que les *maxima*, la correction progressive suivante :

Au-dessous de	— 6° C.		+ 0°,4 C.
de	— 6° à	— 2°	+ 0,3
	— 2	+ 2	+ 0,2
	+ 2	+ 5	+ 0,1
	+ 5	+ 8	0,0
	+ 8	+11	— 0,1
	+11	+14	— 0,2
	+14	+18	— 0,3
Au-dessus de	+18		— 0,4

A partir de 1857, les *minima* ont été imprimés, comme si la lecture en avait été faite à la branche droite, de façon que tous les nombres indistinctement

doivent être corrigés par les tables précédentes; mais de 1854 à 1856, la correction des *minima* doit être tirée de cette autre table :

Au-dessous de — 2° C.		+ 0°,1 C.
de — 2° à + 2°		0,0
+ 2	+ 8	— 0,1
Au-dessus de + 8		— 0,2

Tous les nombres contenus dans le Mémoire, depuis 1854, ont été corrigés d'après ces éléments. Le thermomètre employé avant cette année était celui de Bunten, qui a été mis en usage en 1835. Il a reçu, en 1833, la correction + 0°,2 qui avait été employée précédemment.

Mon père a déjà fait, des variations de la température, l'objet de trois Mémoires. Le premier, qui forme la première partie du traité : *Sur le climat de la Belgique,* a paru, en 1845, dans le tome IV des *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles.* Ce travail est très-complet, il traite du rayonnement solaire, des températures de l'air et des températures de la terre; il s'appuie sur dix années d'observations. Le deuxième a paru, en 1853, dans le tome XXVIII des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique;* il repose sur vingt années d'observations. La période annuelle de la température et les variations périodiques et non périodiques y sont traitées avec étendue. Enfin le troisième mémoire se trouve dans l'introduction du *Traité de la physique du globe,* qui a été publié en 1861, tome XIII des *Annales de l'Observatoire.* C'est un résumé assez concis, basé sur vingt-cinq années d'observations.

Dans la construction des tableaux généraux qui sont réunis dans les pages précédentes, je n'ai pas cru devoir me borner aux tableaux qui étaient rigoureusement nécessaires à la lecture de ce Mémoire. J'ai tâché, non-seulement de réunir, sous une forme assez condensée, les principaux documents nécessaires à l'étude de la température de l'air à Bruxelles considérée en elle-même ou dans ses rapports avec les périodes astronomiques, mais encore de faciliter les comparaisons avec les autres données météorologiques recueillies à Bruxelles et avec les résultats obtenus sur d'autres points du globe.

On comprendra qu'il était impossible de reproduire tous les nombres recueillis pendant trente années d'heure en heure. J'ai dû me borner à ceux qui présentaient un intérêt particulier. Pour les autres renseignements, il faut recourir aux *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles* ou aux feuilles des appareils enregistreurs, qui fournissent la température de cinq en cinq minutes.

Les tableaux sont de trois espèces différentes. Les uns donnent les résultats directement obtenus pour chaque jour avec les écarts de ces valeurs d'un état moyen. Les autres présentent quelques résultats statistiques déduits des nombres observés, en les groupant par périodes déterminées. Les derniers, enfin, se rapportent plus particulièrement à l'étude des anomalies.

Je vais donner quelques détails sur leur construction.

Les tableaux n°s 1, 2 et 3 sont construits sur le même plan; ils se rapportent respectivement aux températures *maxima, minima* et moyennes (ces dernières déduites de la demi-somme du *maximum* et du *minimum*). Voici la composition d'un de ces tableaux : le premier, celui des températures *maxima* du mois de janvier étant pris pour exemple. Les dix premières colonnes donnent, pour la troisième période décennale, le *maximum* relevé chaque jour à midi; pour les deux premières périodes décennales, il faut recourir au Mémoire qui se trouve inséré dans le tome XXVIII des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique,* en ayant soin d'y appliquer quelques corrections données à la fin du travail actuel. Les six colonnes suivantes donnent séparément, pour chacune des trois périodes de dix années, les trois *maxima* les plus élevés observés chaque jour du mois et les trois *maxima* les moins élevés. Enfin, les quatre dernières colonnes présentent le *maximum* moyen de chaque jour, d'abord pour les trois périodes de dix ans séparément, et enfin pour la période totale de trente années. Au bas du tableau se trouvent les moyennes des nombres des diverses colonnes, ainsi que le *maximum* et le *minimum* de chacune d'elles.

Quand on connait la température moyenne d'un jour déduite du *maximum* et du *minimum,* une simple différence donne l'écart de cette température de la normale du jour. Le tableau n° 4 présente ces écarts. Ils n'ont pas de signe, quand la température est supérieure à la normale et sont affectés du signe —, quand la température est plus basse. Pour les vingt premières années, on trouve ces différences dans le Mémoire qui a été cité en dernier lieu.

Dans les tableaux n° 5, j'ai donné, pour chaque jour de l'année, la moyenne des *maxima* observés pendant trente ans et la moyenne des trente *minima;* puis le *maximum* le plus élevé et le *minimum* le plus bas, observés chaque jour de l'année pendant la période trentenaire; enfin la température moyenne de chaque jour déduite du *maximum* et du *minimum.*

Ayant ainsi traité ce qui se rapporte aux jours pris séparément, j'ai réuni dans les tableaux n° 6, la température moyenne par mois et par année, puis les *maxima* et les *minima* moyens, et enfin les *maxima* et les *minima* absolus également par mois et par année.

Le tableau nº 7 donne, pour chaque année, la différence entre la température moyenne de chaque mois et la température normale de ce mois, ensuite ces mêmes différences pour les saisons, et enfin pour l'année entière comparée à la température moyenne de Bruxelles.

Dans le tableau nº 8, se trouve un résumé par année donnant la température moyenne de chacune d'elles déduite des *maxima* et des *minima,* puis par année également la moyenne des *maxima* et des *minima* diurnes, celle des *maxima* et des *minima* mensuels; enfin, le *maximum* et le *minimum* absolu avec la date où ils se sont présentés. On y a joint six colonnes présentant chaque année le nombre de jours où la chaleur a atteint 20°, 25° et 30° et le nombre de ceux où le froid a atteint 0°, —5°, —10°. Ces nombres permettent d'apprécier avec assez d'exactitude le rang thermique de l'année.

Le tableau nº 9 présente la marche des variations diurnes séparément pour les trente-six décades dont se compose l'année. Ce tableau est déduit des vingt ans d'observations 1843-1862. Dans chaque décade on a pris, d'après les vingt années, la température moyenne à chacune des heures de la journée, puis la moyenne des *maxima* et celle des *minima;* on a ensuite calculé la moyenne vraie de la décade d'après les résultats obtenus pour les douze heures paires. Dans le tableau, on a inscrit l'excès de tous les nombres précédents sur la moyenne vraie de la décade, en n'affectant d'aucun signe les températures supérieures à la moyenne vraie et en mettant le signe — devant les températures inférieures.

Quand on connaît bien les températures moyennes, les écarts moyens et extrêmes par jour, par mois, par saison et par année, on connaît à peu près ce qui est nécessaire pour se former une idée exacte du rang thermique qu'occupe la station à la surface du globe. Il est cependant un élément important qu'il faut y joindre pour avoir la physionomie spéciale de chaque année et pour pouvoir établir des comparaisons avec d'autres éléments, par exemple avec les phénomènes de la végétation : c'est l'époque exacte où commencent et finissent, chaque année, les divers degrés de chaleur et de froid tant pour les moyennes diurnes que pour les températures extrêmes. J'en ai fait l'objet des tableaux nº 10, au sujet desquels je crois inutile d'entrer dans d'autres développements.

Le tableau nº 11 comprend les températures moyennes par cinq jours. Chaque année ordinaire fournit 73 périodes de cinq jours, et pour les bissextiles, la période de la fin de février embrasse six jours. Cette série, sans être aussi développée que celle des températures diurnes, représente cependant bien mieux les anomalies que les périodes décadaires ou mensuelles. Préco-

nisée par Dove, le célèbre directeur de la météorologie en Prusse, elle est devenue d'un usage à peu près général en Allemagne, et c'est ce qui m'a porté à la donner ici pour Bruxelles, afin d'avoir d'utiles comparaisons.

Dans le tableau nº 12, se trouvent donnés les écarts par période de cinq jours, calculés également d'après le système allemand.

Le tableau nº 13 offre une statistique par cinq jours de la distribution des températures moyennes diurnes pour chaque degré. Le nombre marqué en chiffres plus apparents répond au degré qui comprend la température moyenne de la période.

Enfin un résumé, contenu dans le tableau nº 14, complète les périodes de cinq jours, en donnant la température moyenne de chaque période avec ses deux valeurs extrêmes pour les 150 jours qui la composent, le *maximum* moyen et le *minimum* moyen avec leurs valeurs extrêmes également, puis l'amplitude diurne moyenne et ses deux valeurs limites; enfin, l'amplitude totale, qui est la différence entre la plus haute température absolue observée pendant la période et la plus basse température absolue. Les deux dernières colonnes présentent le plus grand écart observé au-dessus et au-dessous de la moyenne du jour.

Le tableau nº 15 donne par mois le nombre de périodes où la température s'est maintenue seulement un jour au-dessus ou au-dessous de la température moyenne diurne, puis deux jours etc., jusqu'à la période exceptionnelle, où la température est restée soixante jours consécutifs au-dessous de la valeur normale.

Dans le tableau nº 16, une statistique analogue donne le nombre de périodes où la marche de la température a été ascensionnelle, stationnaire ou descendante pendant un seul, deux ou trois, etc., jours consécutifs.

Enfin, les trois derniers tableaux ont plus particulièrement en vue les variations anomales. Comme je crois leur forme nouvelle, j'exposerai en quelques mots leur mode de formation. Lorsqu'on examine la suite des températures moyennes diurnes d'une année, on s'aperçoit aussitôt que les nombres ne procèdent pas régulièrement, mais qu'entre le *maximum* principal de l'année et le *minimum* principal, il y a un grand nombre de *maxima* et de *minima* secondaires; quelques-uns de ceux-ci sont peu sensibles, ne s'élevant qu'à quelques dixièmes de degré, mais d'autres sont très-considérables. Si l'on inscrit successivement par ordre tous ces *maxima* et ces *minima*, en mettant la date à côté et négligeant toutes les autres températures, on a ce qu'on peut nommer les *périodes thermiques de l'année*. Mais si l'on se pose une nouvelle condition, par exemple qu'un *maximum* et un *minimum* consécutifs doivent

différer au moins de cinq degrés et qu'on supprime de la série des nombres tous les *maxima* et les *minima* qui ne satisfont pas à cette condition, on aura les *périodes thermiques de cinq degrés*. Dans le tableau n° 17, j'ai inscrit les périodes thermiques de cinq degrés pour la série des températures moyennes.

Le tableau n° 19, basé sur le même principe, se rapporte aux températures extrêmes. Il présente les écarts successifs de quinze degrés. J'ai eu soin, dans ce tableau, de mettre les *maxima* et les *minima* à leur date exacte. Le *minimum,* se présentant généralement la nuit, a été inscrit à la date du jour suivant. Quant au *maximum,* comme il est relevé à midi, il se rapporte fréquemment au jour qui précède. De là vient que souvent, dans ce tableau n° 19, on trouvera que les *maxima* anticipent d'un jour sur la date donnée dans d'autres tableaux.

Les avantages que l'on retire de ces périodes sont de deux espèces : souvent une température, basse pour la saison, peut être un véritable *maximum* relativement aux températures qui précèdent et à celles qui suivent; ce *maximum* est ainsi mis en relief. Ensuite, un *maximum* important de la température peut se présenter périodiquement vers une certaine époque de l'année, sans avoir cependant de date fixe : une année il est remarquable, une autre il est faible; en se combinant avec les *minima* voisins, il peut complétement disparaître dans les moyennes; par ce procédé-ci, il reste visible. Ces nombres se prêtent, d'ailleurs, avec facilité aux différentes méthodes de calcul.

Le tableau n° 18 donne une liste des jours chauds et froids. Un jour chaud est celui dont le *maximum* a dépassé la moyenne normale du jour de 10° au moins; un jour froid, est celui dont le *minimum* est descendu au moins 10° plus bas que cette valeur normale.

NOTE II.

SUR LES FORMULES TRIGONOMÉTRIQUES D'INTERPOLATION.

On emploie avec avantage les formules trigonométriques pour calculer les nombres relatifs aux phénomènes qui se reproduisent périodiquement, tels que les variations diurnes ou annuelles des différents éléments météorologiques. Quelques formules de ce genre se trouvant contenues dans ce Mémoire, j'ai cru utile de présenter ici la méthode de calcul qui a été employée.

La formule trigonométrique, ordonnée par rapport aux arcs multiples, s'écrit sous cette forme :

$$N = N_1 + A \sin(n + a) + B \sin(2n + b) + C \sin(3n + c) + D \sin(4n + d);$$

on ne va généralement pas au delà de l'arc quadruple.

Quand on traite des variations diurnes ou annuelles, on a généralement 12 nombres qui correspondent aux heures paires ou aux mois de l'année. En nommant (0) (1)... (11) les valeurs numériques qui correspondent à $n = o$ $n = 30°$... $n = 330°$ et supposant $N_1 = o$ (ce qui revient à diminuer chacun des nombres (0)(1)...(11) d'une constante, de manière à rendre leur somme nulle), on a les douze équations :

$$\begin{aligned}
(0) &= A \sin a + B \sin b + C \sin c + D \sin d \\
(1) &= A \sin(a + 30) + B \sin(b + 60) + C \cos c + D \cos(d + 30) \\
(2) &= A \sin(a + 60) + B \cos(b + 30) - C \sin c - D \sin(d + 60) \\
(3) &= A \cos a - B \sin b - C \cos c + D \sin d \\
(4) &= A \cos(a + 30) - B \sin(b + 60) + C \sin c + D \cos(d + 30) \\
(5) &= A \cos(a + 60) - B \cos(b + 30) + C \cos c - D \sin(d + 60) \\
(6) &= -A \sin a + B \sin b - C \sin c + D \sin d \\
(7) &= -A \sin(a + 30) + B \sin(b + 60) - C \cos c + D \cos(d + 30) \\
(8) &= -A \sin(a + 60) + B \cos(b + 30) + C \sin c - D \sin(d + 60) \\
(9) &= -A \cos a - B \sin b + C \cos c + D \sin d \\
(10) &= -A \cos(a + 30) - B \sin(b + 60) - C \sin c + D \cos(d + 30) \\
(11) &= -A \cos(a + 60) - B \cos(b + 30) - C \cos c - D \sin(d + 60)
\end{aligned}$$

Elles s'écrivent plus simplement sous cette forme

$$2A\sin a + 2C\sin c = (0)-(6)$$
$$2A\sin(a+30)+2C\cos c = (1)-(7)$$
$$2A\sin(a+60)-2C\sin c = (2)-(8)$$
$$2A\cos a - 2C\cos c = (3)-(9)$$
$$2A\cos(a+30)+2C\sin c = (4)-(10)$$
$$2A\cos(a+60)+2C\cos c = (5)-(11)$$

$$4B\sin b = (0)-(3)+(6)-(9)$$
$$4B\sin(b+60) = (1)-(4)+(7)-(10)$$
$$4B\cos(b+30) = (2)-(5)+(8)-(11)$$

$$4D\sin d = (0)+(3)+(6)+(9)$$
$$4D\cos(d+30) = (1)+(4)+(7)+(10)$$
$$-4D\sin(d+60) = (2)+(5)+(8)+(11)$$

Enfin, on peut substituer aux douze équations primitives les douze suivantes, où les inconnues sont séparées :

$$
\begin{aligned}
2\sqrt{3}\,A\sin a &= (1)-(5)-(7)+(11)\\
6A\sin a &= 2(0)-2(6)+(2)-(4)-(8)+(10)\\
2\sqrt{3}\,A\cos a &= (2)+(4)-(8)-(10)\\
6A\cos a &= 2(3)-2(9)+(1)+(5)-(7)-(11)\\
6C\sin c &= (0)-(2)+(4)-(6)+(8)-(10)\\
6C\cos c &= (1)-(3)+(5)-(7)+(9)-(11)\\
4B\sin b &= (0)-(3)+(6)-(9)\\
4B\sin b &= (1)-(2)-(4)+(5)+(7)-(8)-(10)+(11)\\
4\sqrt{3}\,B\cos b &= (1)+(2)-(4)-(5)+(7)+(8)-(10)-(11)\\
4D\sin d &= (0)+(3)+(6)+(9)\\
4D\sin d &= -(1)-(2)-(4)-(5)-(7)-(8)-(10)-(11)\\
4\sqrt{3}\,D\cos d &= (1)-(2)+(4)-(5)+(7)-(8)+(10)-(11)
\end{aligned}
$$

On a obtenu deux valeurs numériques pour chacune des expressions A sin a, A cos a, B sin b et D sin d. Il en résulte quatre équations de condition entre les quantités numériques :

$$
\begin{aligned}
o &= (0)+(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)+(9)+(10)+(11)\\
o &= (0)-(1)+(2)-(3)+(4)-(5)+(6)-(7)+(8)-(9)+(10)-(11)\\
2(0)-2(6)+(2)-(4)-(8)+(10) &= \sqrt{3}\,[(1)-(5)-(7)+(11)]\\
2(3)-2(9)+(1)+(5)-(7)-(11) &= \sqrt{3}\,[(2)+(4)-(8)-(10)]
\end{aligned}
$$

La première condition par hypothèse est satisfaite. Quand les trois autres le sont, les douze nombres peuvent être exactement représentés par la formule.

On remarquera que les deux premières relations, successivement ajoutées et retranchées, marquent que la somme des nombres d'ordre impair et celle des nombres d'ordre pair sont séparément égales à zéro.

Quelquefois on désire avoir une formule plus simple composée d'un ou de deux termes; on doit généralement conserver, dans ce cas, les termes dont les coefficients sont les plus considérables.

Quelquefois, mais rarement, on cherchera une approximation plus grande; cela arrivera quand les nombres ne satisferont pas aux équations de condition. Je donne ci-dessous le calcul de la formule étendue jusqu'aux arcs sextuples, qui peut toujours représenter exactement les douze expressions numériques.

La formule est dans ce cas :

$$N = A\sin(n+a) + B\sin(2n+b) + C\sin(3n+c) + D\sin(4n+d) + E\sin(5n+e) + F\sin(6n+f),$$

et les constantes indéterminées se trouvent par les équations suivantes :

$$A\sin a = \frac{1}{12}\left[2(0) - 2(6) + (2) - (4) - (8) + (10)\right] + \frac{1}{4\sqrt{3}}\left[(1) - (5) - (7) + (11)\right]$$

$$E\sin e = \frac{1}{12}\left[2(0) - 2(6) + (2) - (4) - (8) + (10)\right] - \frac{1}{4\sqrt{3}}\left[(1) - (5) - (7) + (11)\right]$$

$$A\cos a = \frac{1}{12}\left[2(3) - 2(9) + (1) + (5) - (7) - (11)\right] + \frac{1}{4\sqrt{3}}\left[(2) + (4) - (8) - (10)\right]$$

$$E\cos e = \frac{1}{12}\left[2(3) - 2(9) + (1) + (5) - (7) - (11)\right] - \frac{1}{4\sqrt{3}}\left[(2) + (4) - (8) - (10)\right]$$

$$C\sin c = \frac{1}{6}\left[(0) - (2) + (4) - (6) + (8) - (10)\right]$$

$$C\cos c = \frac{1}{6}\left[(1) - (3) + (5) - (7) + (9) - (11)\right]$$

$$D\sin d = \frac{1}{4}\left[(0) + (3) + (6) + (9)\right]$$

$$D\cos d = \frac{1}{4\sqrt{3}}\left[(1) - (2) + (4) - (5) + (7) - (8) + (10) - (11)\right]$$

$$F\sin f = \frac{1}{12}\left[(0) - (1) + (2) - (3) + (4) - (5) + (6) - (7) + (8) - (9) + (10) - (11)\right]$$

$$B\sin b = \frac{1}{6}\left[(0) - (3) + (6) - (9)\right] + \frac{1}{12}\left[(1) - (2) - (4) + (5) + (7) - (8) - (10) + (11)\right]$$

$$B\cos b = \frac{1}{4\sqrt{3}}\left[(1) + (2) - (4) - (5) + (7) + (8) - (10) - (11)\right]$$



TABLE DES MATIÈRES.



ERRATA.

Page 54, ligne 13, *au lieu de :* 18°7 *lisez :* 22°7.

TABLEAUX.

Page 2, le 3,	*au lieu de :*	4;40 et	3;94		*lisez :*	4;50 et	3;97	
le 4,		3,20	4,62			3,30	4,66	
moyenne,		4,31				4,32		
4, le 2,		6,95	7,38			6,75	7,31	
moyenne,		8,41				8,40		
6, le 20,		17,56	18,31			16,91	18,09	
moyenne,		18,20				18,18		
7, le 10,		23,42	22,09			23,32	22,06	
moyenne,		22,49				22,48		
8, le 8,		24,98	23,40			24,88	23,36	
10, le 2,		20,47	20,47			20,37	20,43	
le 22,		21,7	17,70	18,06		20,3	17,40	17,96
moyenne,		18,68				18,67		
12, le 30,		10,63	7,99			10,73	8,03	
14, le 17,		- 9,0	- 0,47	-0,90		-10,7	- 0,63	-0,96
moyenne,		- 0,06				- 0,07		
15, le 16,		0,85	1,09			0,95	1,12	
16, le 5,		0,70	1,35			0,40	1,25	
moyenne,		1,60	2,17			1,59	2,16	
18, le 15,		7,52	7,98			7,62	8,01	
moyenne,		8,13				8,14		
21, le 21,		13,09	14,09			13,19	14,12	
24, le 19,		- 3,				- 3,1		
25, le 20,		1,30	0,13			1,12	0,07	
26, le 17,		- 8,0	1,58	1,52		- 8,8	1,48	1,49
30, le 20,		12,79	13,46			12,45	13,35	
moyenne,		13,17	13,50			13,16	13,49	
32, *minimum*,		12,4				11,7		
78, le 12 avril 1853,		- 9,7				9,7		
82, le 13 fév. 1858,		10,4				-10,4		

ERRATA

DU MÉMOIRE SUR LES VARIATIONS PÉRIODIQUES ET NON PÉRIODIQUES DE LA TEMPÉRATURE, INSÉRÉ DANS LE TOME XXVIII DES MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE.

TABLEAU DES TEMPÉRATURES MAXIMA
par jour.

1838	3 janv.	*au lieu de :*	8°,1	*lisez :*	9°,1
1848	4 »		3,1		4,1
1837	17 »		0,9		1,5
1843	2 mars		5,2		3,2
1852	20 mai		27,4		21,0
1842	10 juin		28,6		27,6
1851	8 juillet		23,5		22,5
1844	2 sept.		21,0		20,0
1851	22 »		21,7		18,7
1833	25 »		26,8		21,8
1841	30 nov.		14,4		15,4

TABLEAU DES TEMPÉRATURES MINIMA
par jour.

1847	17 janv.	*au lieu de :*	− 9°,0	*lisez :*	−10°,7
1838	16 février		−11,9		−10,9
1846	5 mars		8,7		5,7
1852	9 »		0,6		− 0,6
1848	15 mai		10,1		11,1
1849	21 août		11,1		12,1
1835	15 sept.		15,9		13,9
1851	20 déc.		0,8		− 0,8

TABLEAU DES TEMPÉRATURES MOYENNES
par jour.

1851	3 janv.	*au lieu de :*	8°,0	*lisez :*	7°,5
1851	6 »		5,3		5,8
1846	7 »		0,6		1,8

TABLEAU DES TEMPÉRATURES MOYENNES
par jour.

1846	8 janv.	*au lieu de :*	2°,9	*lisez :*	4°,1
1846	9 »		3,7		4,9
1846	10 »		0,5		1,7
1848	10 »		− 0,5		− 6,8
1833	14 »		1,3		3,0
1847	17 »		− 8,0		− 8,8
1851	23 »		5,7		4,7
1833	27 »		1,8		1,1
1850	31 »		− 2,1		− 2,6
1851	31 »		10,4		5,4
1845	1 fév.		0,5		0,0
1852	12 »		6,7		0,9
1848	13 »		7,0		6,0
1845	18 »		− 0,3		0,3
1848	18 »		3,3		3,0
1848	9 mars		2,4		2,9
1833	10 »		− 0,9		− 1,6
1840	17 »		4,1		2,4
1851	23 »		11,7		10,7
1851	25 »		10,7		9,7
1850	3 avril		11,9		11,0
1848	10 »		14,8		9,8
1852	18 »		8,0		7,0
1849	19 »		3,6		4,1
1845	21 »		7,1		12,1
1849	21 »		7,6		4,1

TABLEAU DES TEMPÉRATURES MOYENNES
par jour.

1849 23 avril	*au lieu de :*	9°,6	*lisez :*	8°,6
1851 27 »		9,5		10,0
1845 6 mai		8,5		7,5
1847 13 »		15,8		14,8
1852 17 »		16,3		21,3
1849 19 »		13,2		13,7
1849 20 »		11,4		13,4
1852 20 »		19,1		19,5
1849 22 »		18,7		17,7
1843 26 »		15,2		16,2
1851 26 »		15,6		15,8
1848 31 »		17,1		16,6
1837 10 juin		20,7		21,2
1847 21 »		17,9		16,9
1850 1 juillet		17,7		17,2
1847 8 »		20,3		20,5
1852 16 »		20,3		25,3
1852 22 »		24,8		19,8
1837 26 »		18,4		17,4
1851 2 août		20,6		19,6
1840 6 »		15,3		15,8
1845 17 »		12,8		12,3
1849 7 sept.		17,5		19,0
1849 10 »		15,7		15,2

TABLEAU DES TEMPÉRATURES MOYENNES
par jour.

1851 15 sept.	*au lieu de :*	13°,3	*lisez :*	13°,8
1851 22 »		17,2		15,7
1833 25 »		20,4		18,0
1848 4 oct.		13,2		13,7
1852 6 »		12,4		11,4
1849 7 »		11,5		11,2
1846 12 »		12,0		13,0
1843 1 nov.		11,1		12,1
1849 3 »		10,5		11,0
1848 9 »		4,8		3,8
1838 10 »		12,7		11,7
1833 13 »		2,1		2,9
1838 22 »		7,5		6,5
1835 12 déc.		- 3,4		- 4,4
1849 12 »		- 0,2		- 1,6
1840 21 »		- 3,3		- 1,3
1835 24 »		3,2		3,7
1851 24 »		4,6		3,6
1835 25 »		1,3		1,8
1849 29 »		2,8		- 2,2
1851 29 »		- 2,9		- 2,7
1849 30 »		1,2		- 0,6
1849 31 »		0,6		0,0

OBSERVATIONS

DES

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES

PENDANT LES ANNÉES 1865 ET 1866.

OBSERVATIONS

DES

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES.

Il est un genre de recherches qui mérite au plus haut point de fixer l'attention de la philosophie naturelle, c'est celui qui concerne les phénomènes périodiques et l'influence qu'ils exercent sur l'atmosphère et sur tous les êtres animés qui s'y trouvent renfermés, tels que les plantes, les animaux et l'homme même, qui devrait avoir l'orgueil d'en faire son étude spéciale. Nous ne saurions assez insister sur la grandeur et la beauté de cette étude, qui révèle en quelque sorte l'intelligence véritablement divine par laquelle tout se trouve rangé et s'accomplit avec une régularité et une magnificence qui ne peut assez mériter notre attention.

Cette noble organisation ne concerne pas seulement les qualités physiques de l'homme, elle présente encore le spectacle le plus admirable, quand l'attention se porte sur les phénomènes qui concernent son moral et son intelligence. Cette partie, étudiée avec soin, a permis de jeter un coup d'œil sur l'espace immense qui reste à parcourir et qui permettra de retirer de son étude les fruits les plus importants.

Nous avons été heureux de voir la météorologie se répandre de plus en plus : vers le commencement de ce siècle elle n'existait que dans ses premiers éléments: on ne comprenait pas encore les liens intimes qui la rattachent aux principaux phénomènes de la nature. L'étude de cette science se portait plutôt sur sa manière d'être en elle-même, que sur ses liaisons étroites avec tous les corps animés et sur sa manière d'agir dans les phénomènes périodiques qu'ils présentent.

Lorsqu'en 1839, à la demande de sir John Herschel, encore retenu par ses grands tra-

vaux astronomiques au cap de Bonne-Espérance, j'entrepris d'observer les phénomènes périodiques de l'atmosphère et des plantes, j'étais loin de prévoir l'accueil qui serait fait à ces recherches par les savants les plus distingués. J'ai déjà eu l'occasion de rappeler que Berzélius, de Humboldt, Léopold De Buch, Robert Brown, de Martius, W. Haidinger, etc., voulurent bien l'appuyer de toute leur influence. M. Kupffer, avec l'obligeance la plus grande, porta cette étude jusqu'au fond de l'Asie; MM. Kreil et Fritsch l'étendirent ensuite dans toute l'Autriche; et enfin M. Carl Linsser dans une partie de la Russie, dont il a publié, depuis, les résultats [1]. Le travail de ce dernier savant, pour la diversité des climats, signale différentes influences très-prononcées qu'on était loin de supposer précédemment. Cette étude n'est pas remarquable seulement sous le rapport de la science, elle donnera à la pratique les enseignements les plus utiles.

En 1846, dans le tome V des *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles,* je fis connaître les premiers résultats de ces recherches, et je présentai en même temps, pour répandre de nouvelles lumières sur ce genre d'observations, un ensemble de cartes qui exposent *la marche et la vitesse des ondes atmosphériques* à la surface du globe. Cette étude si intéressante a été reprise, depuis, par différents auteurs, et spécialement par M. Le Verrier dans son *Bulletin international :* les progrès des sciences, et particulièrement la télégraphie électrique, permettent aujourd'hui de transmettre avec une vitesse véritablement merveilleuse la connaissance de l'état de l'atmosphère dans tous les pays où ses lignes ont accès. Les courbes des variations atmosphériques tendent à confirmer, de plus en plus, l'indication des lignes que je traçais alors pour les ondes atmosphériques aux quatre grandes époques de l'année, les deux solstices et les deux équinoxes.

Lorsque j'entrepris les observations simultanées de 1839 sur l'atmosphère et les phénomènes périodiques des plantes et des animaux, les recherches, comme je l'ai dit, se bornèrent d'abord à quelques contrées : elles s'étendirent bientôt après sur toute l'Europe et jusqu'au fond de l'Asie. Mais les travaux immenses qu'elles exigeaient et les faibles moyens dont je pouvais disposer me forcèrent à y renoncer. Je pus continuer, sur une échelle moins grande, cependant, avec l'aide de quelques savants et de plusieurs amis des sciences. Quelques autres pays firent comme le nôtre; mais cette grande multiplicité de travaux et tous les documents qu'il faut savoir lire et rapprocher, souvent même en faisant la réduction des observations, inspirent le regret que les savants ne sachent pas s'entendre pour faire des économies de temps, pour identifier autant que possible l'inscription de leurs travaux, pour les rendre facilement abordables et pour les réduire, s'il était possible, à des tableaux généraux. Il en résulterait pour tous les pays une économie de temps immense, qui procurerait à la science les moyens les plus sûrs d'activer ses progrès.

[1] *Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens,* etc., von Carl Linsser; Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St-Pétersbourg, 7me série, tome XI, n° 7; in-4°, 1867.

Ces moyens, l'*Association universelle de statistique* en a déjà proclamé les avantages pour ce qui la concerne; mais il faudra du temps avant de vaincre les méthodes multiples, si préjudiciables à l'observation. Plus que pour toute autre science, une assemblée générale des observateurs des différentes nations devrait discuter toutes ces méthodes et aviser, par une réunion ou un congrès, aux moyens qu'il importe le plus de connaître et d'employer, pour aider à les répandre et faciliter les travaux.

Le grand art serait de se rapprocher et de s'entendre au lieu de se diviser. Mais où placer le centre et comment éviter les susceptibilités et maintenir l'union? La condition qui me paraît essentielle, c'est de ne pas séparer les phénomènes météorologiques les plus importants des phénomènes des plantes, des oiseaux, des animaux en général et de l'homme même. Nous tâcherons de continuer la marche que nous avons indiquée, en proposant le système d'observations que nous suivons, tout en regrettant de ne pouvoir l'étendre davantage pour tenir compte de toutes ses particularités.

Des observations météorologiques se font maintenant sur quatre points différents de la Belgique : à Liége, à Bruxelles, à Gand et à Ostende. Ces quatre points partagent assez bien toute l'étendue du royaume dans sa plus grande largeur, c'est-à-dire de l'est à l'ouest. Nous avons à regretter de ne pas compter encore les stations de Mons et d'Anvers, dont la direction couperait à peu près perpendiculairement la ligne précédente.

Les observations qui suivent ont été faites pendant les deux années 1865 et 1866 :

1° *Résumé des observations sur la météorologie, l'électricité et le magnétisme terrestre,* faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, en 1865 et 1866, et communiquées par le directeur Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie;

2° *Résumé des observations météorologiques,* faites à Gand, en 1865 et 1866, par M. F. Duprez, membre de l'Académie;

3° *Résumé des observations météorologiques,* faites à Liége, en 1865 et 1866, par M. D. Leclercq, agrégé à l'Université ;

4° *Résumé des observations météorologiques,* faites à Ostende, en 1865 et 1866, par M. le professeur Cavalier;

5° *Résumé des observations météorologiques,* faites à Ostende, en 1865 et 1866, par M. F. Michel, chef du phare.

Les observations précédentes se lient immédiatement à celles de France, et concourent, avec celles de la Hollande et du Danemark, à les compléter vers le nord; elles peuvent être d'une grande utilité pour suivre la marche des orages, qui formés, la plupart du temps, dans le nord de la France, pénètrent en Belgique par les provinces limitrophes pour se répandre ensuite dans notre voisinage, soit sur la Hollande, soit sur l'Allemagne, comme M. Le Verrier l'a fait voir récemment dans son Atlas des orages.

Les observations qui concernent les sciences naturelles ont été recueillies, pendant les années 1865 et 1866, dans les localités suivantes :

1° Botanique.

Bruxelles, dans le jardin de l'Observatoire, par MM. Ad. et Ern. Quetelet;
Anvers, par M. Rigouts-Verbert, directeur du Jardin d'horticulture;
Gendbrugge-lez-Gand, par M. le professeur E. Rodigas;
Ostende, par M. Ed. Lanszweert, pharmacien;
Namur, par M. Bellynck, correspondant de l'Académie;
Gembloux, par M. Malaise, correspondant de l'Académie;
Dolhain, par M. Husson, directeur de l'École moyenne de l'État, à Limbourg;
Vienne, par M. Fritsch, de l'Académie impériale des sciences;
Salzbourg, par le même.

2° Zoologie.

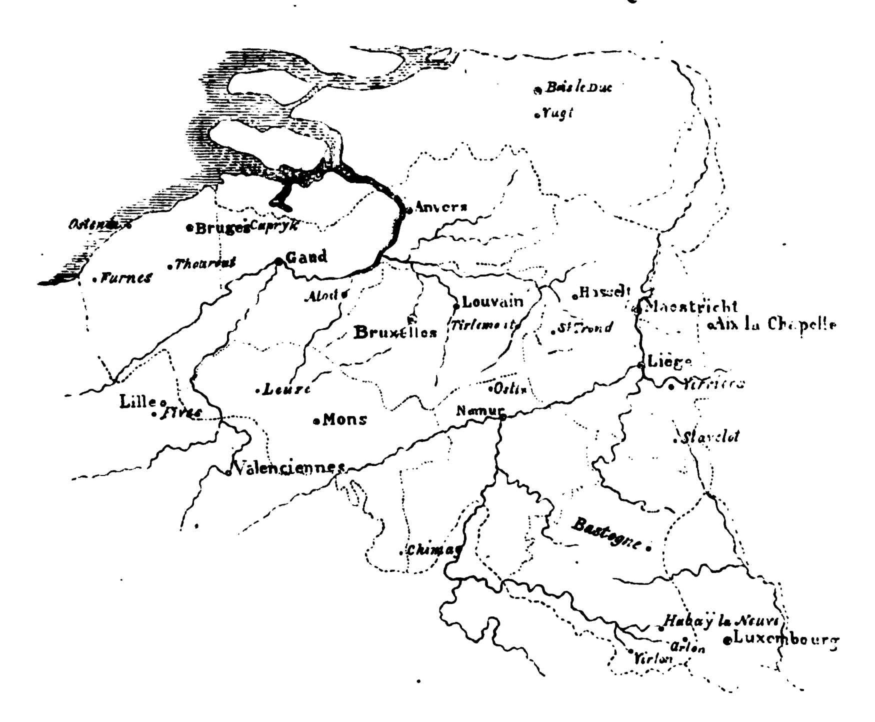
Bruxelles, par MM. J.-B. Vincent et fils.
Liége, par M. de Selys-Longchamps, membre de l'Académie;
Melle, près de Gand, par M. le professeur Bernardin;
Ostende, par M. Ed. Lanszweert;
Waremme, par MM. de Selys-Longchamps et Michel Ghaye;
Dolhain, par M. Husson;
Gembloux, par M. Malaise;
Vienne, par M. Ch. Fritsch, de l'Académie impériale des sciences;
Salzbourg, par le même.

3° Botanique.

(*Observations faites à des époques déterminées*).

Bruxelles, par M. Ad. Quetelet;
Waremme, par MM. de Selys-Longchamps et Ghaye;
Gendbrugge-lez-Gand, par M. Rodigas;
Melle, près de Gand, par M. Bernardin;
Anvers, par M. Rigouts-Verbert;
Gembloux, par M. Malaise;
Namur, par M. Bellynck;
Liége, par M. Dewalque;
Dolhain, par M. Husson.

La carte ci-jointe donnera une idée de la disposition des différents lieux qui ont concouru aux observations.



Nous donnerons maintenant, comme nous l'avons fait précédemment, les époques de la feuillaison et de la floraison de quelques plantes principales.

NOMS DES PLANTES	1841-50.	1851-60.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
Feuillaison.								
Acer campestre	20 avril.	24 avril.	15 avril.	30 mars.	19 avril.	18 avril.	19 avril.	14 avril.
Æsculus hippocastanum	6 »	12 »	2 »	28 »	2 »	16 »	14 »	11 »
Cratægus oxyacantha	23 mars.	31 mars.	22 mars.	21 »	30 mars.	15 »	15 »	1 »
Philadelphus coronarius	18 »	22 »	5 »	13 »	7 »	10 »		12 mars.
Ribes rubrum	17 »	24 »	22 fév.	12 »	14 »	20 mars.	6 avril.	28 fév.
Syringa vulgaris	18 »	25 »	5 mars.	10 »	8 »	14 avril	7 »	25 mars.
Floraison.								
Æsculus hippocastanum	3 mai.	9 mai.	10 mai.	24 avril.	29 avril.	4 mai.	27 avril.	28 avril.
Cratægus oxyacantha	3 »	10 »	7 »	21 »	26 »	11 »	1 mai.	3 mai.
Philadelphus coronarius	23 »	29 »	3 juin.	10 mai.	26 mai.	26 »	9 »	23 »
Prunus domestica	16 avril.	18 avril.	14 avril.	28 mars.	14 avril.	14 avril.	20 avril.	9 avril.
Ribes rubrum	2 »	9 »	26 mars.	26 »	1 »	16 »	15 »	10 »
Syringa vulgaris	28 »	5 mai.	28 avril.	10 avril.	19 »	1 mai.	28 »	22 »

Les années 1865 et 1866 n'ont rien présenté de remarquable sous le rapport des époques de la feuillaison et de la floraison, quand on les compare aux deux périodes dé-

cennales de 1841-50 et 1851-60. Les dates inscrites dans le tableau précédent oscillent à peu près autour de celles déduites de ces deux périodes.

On pourra d'ailleurs, au moyen des tableaux suivants, s'expliquer plus facilement les avances et les retards observés dans la végétation pendant les années 1865 et 1866.

MOIS	TEMPÉRATURE MOYENNE DE 1865 ET DE 1866.				Température moyenne (2) à Bruxelles, de 1833 à 1862.
	Bruxelles. — Alt. : 56m,6.	Gand. — Alt. : 12m,0?	Ostende (1). — Alt. : 12m,0?	Liége. — Alt. : 60m,7.	
1865.					
Janvier	2°,10	2,0	2°,65	1°,74	1°,93
Février	1,06	1,1	1,70	0,52	3,08
Mars	2,28	2,7	2,78	1,93	5,14
Avril	13,40	12,9	10,76	13,43	8,62
Mai	17,42	17,5	11,83	17,42	13,07
Juin	17,23	17,4	15,58	16,82	16,80
Juillet	20,22	20,3	18,65	20,63	17,89
Août	17,82	18,1	17,27	18,03	17,51
Septembre	18,05	17,9	19,62	18,22	14,48
Octobre	12,06	11,5	12,00	12,17	10,53
Novembre	7,99	7,4	8,03	7,41	5,60
Décembre	3,72	3,3	4,18	2,76	3,15
L'année	11,11	11,0	10,67	10,92	9,84
1866.					
Janvier	6°,20	5°,7	6°,30	5°,42	1°,93
Février	6,23	5,8	6,16	5,91	3,08
Mars	5,62	5,7	5,47	5,73	5,14
Avril	11,43	11,3	10,63	11,41	8,62
Mai	10,79	11,0	10,58	11,14	13,07
Juin	18,99	19,3	17,15	19,14	16,80
Juillet	18,25	18,6	17,03	18,24	17,89
Août	16,67	16,8	15,93	16,95	17,51
Septembre	16,03	14,9	14,73	15,83	14,48
Octobre	10,69	10,3	11,31	9,99	10,53
Novembre	7,77	6,9	8,30	6,74	5,60
Decembre	5,09	4,7	5,97	4,71	3,13
L'année	11,11	10,9	10,80	10,93	9,82

(1) Observations faites par M. Cavalier.

(2) Température moyenne de 30 années (1833 à 1862), page 25 du *Mémoire sur la température de Bruxelles*, par Ern. Quetelet ; ou page 25 du tome XXXVI, in-4°, des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, 1867.

AD. QUETELET.

RÉSUMÉ

DES

OBSERVATIONS SUR LA MÉTÉOROLOGIE ET SUR LE MAGNÉTISME TERRESTRE,

Faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, en 1865, et communiquées par le Directeur, Ad. QUETELET.

Pression atmosphérique. — Le baromètre n° 120 d'Ernst, qui a servi aux observations, est à niveau constant; il a été placé, en 1842, dans une salle spacieuse dont les fenêtres sont dirigées vers le nord et dont la température est fort égale.

D'après la comparaison faite par MM. Delcros et Mauvais, de novembre 1841 à janvier 1842 :

Barom. 120 Ernst = hauteur absolue — $0^{mm},46$.

Différentes comparaisons faites depuis (voyez les résumés précédents) permettent de supposer qu'on peut s'en tenir à cette correction; elle comprend la dépression due à la capillarité, l'erreur du thermomètre et celles qui pourraient provenir d'autres imperfections de l'instrument.

Les hauteurs barométriques sont inscrites dans les tableaux, telles qu'elles ont été obtenues par l'observation, mais après avoir été réduites à la température de 0° centigrade.

D'après un nivellement exécuté en 1833, on avait admis que la cuvette du baromètre se trouvait à 59 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. Il a été reconnu depuis que cette altitude n'est que de $56^m,66$ [1].

Température de l'air. — La température a été déterminée par un thermomètre Fahrenheit (de Newman), dont les indications sont réduites à l'échelle centigrade. Des comparaisons récentes ont montré que les nombres doivent subir une correction progressive qui peut être prise avec assez d'exactitude dans le tableau suivant :

+ 0°,4 C.	au-dessous de		— 6° C.		— 0°,1 C.	de	+ 8°	à	+ 11° C.
+ 0,3	de	— 6°	à	— 2	— 0,2		+ 11		+ 14
+ 0,2		— 2		+ 2	— 0,3		+ 14		+ 18
+ 0,1		+ 2		+ 5	— 0,4		+ 18 et au-dessus.		
0,0		+ 5		+ 8					

(1) Voy. la note sur l'altitude de l'Observatoire royal de Bruxelles, dans l'*Annuaire* de 1856, pp. 246-250.

Cet instrument indique, en même temps que les températures des différentes époques du jour, les deux températures extrêmes, au moyen d'index que l'on descend chaque jour à midi. Le thermomètre est suspendu librement au nord et à l'ombre, sans avoir de communication ni avec les murs, ni avec les fenêtres, à la hauteur de 3 mètres environ au-dessus du sol.

Humidité de l'air. — L'état hygrométrique de l'air a été observé au moyen du psychromètre d'August; l'on n'a pas fait entrer dans le calcul des moyennes les jours où une des quatre observations manquait, ni ceux où, par suite de la gelée, le linge qui recouvre la boule du thermomètre humide était sec. Les observations ont été calculées d'après les tables de Stierlin; on en déduit la *tension de la vapeur contenue dans l'air* et l'*humidité relative,* ou le rapport de la quantité de vapeur contenue dans l'air à la quantité *maximum* qu'il pourrait contenir à la même température.

Pluie, neige, etc. — Deux udomètres sont placés sur la terrasse, au sud des bâtiments de l'Observatoire. Les récipients présentent une surface rectangulaire de 1 décimètre sur 2 : le premier, destiné à recueillir la pluie, a la forme d'une pyramide quadrangulaire renversée, ouverte par la base, mais dont les parois se prolongent ensuite verticalement pour former un rebord de 2 centimètres de hauteur; le second récipient, plus spécialement destiné à recueillir la neige, ne diffère du premier que par la partie supérieure : au lieu de descendre verticalement d'abord et de se resserrer ensuite pour former entonnoir, les parois vont en s'évasant et forment une pyramide tronquée, dont la grande base inférieure s'appuie sur un parallélipipède de 8 centimètres de hauteur, de manière à empêcher la neige d'être emportée par le vent immédiatement après sa chute. L'écoulement de l'eau dans les réservoirs inférieurs se fait par des tubes de 1 centimètre de diamètre.

La quantité d'eau recueillie a été mesurée d'un midi à l'autre; on a distingué celle provenant de la fusion de la neige, et lorsqu'il était tombé à la fois de la pluie et de la neige, l'eau a été attribuée par moitié à l'une et à l'autre.

On comprend parmi les jours de *pluie* ceux même où la quantité d'eau tombée a été trop faible pour pouvoir être mesurée; les jours où il est tombé de la pluie et de la *neige* ou de la pluie et de la *grêle,* sont comptés à la fois parmi les jours de pluie et de neige ou de pluie et de grêle; enfin, on n'admet comme *jours de ciel entièrement couvert* que ceux où, pendant 24 heures, on n'a pas aperçu une seule éclaircie; et comme *jours de ciel serein,* ceux seulement où l'on n'a pas vu le plus petit nuage.

État du ciel. — Outre la *forme des nuages,* d'après la nomenclature d'Howard, on a annoté encore, aux quatre heures d'observation, le *degré moyen de sérénité du ciel,* en représentant par 0 un ciel entièrement couvert, par 10 un ciel entièrement serein, et par

les nombres compris entre 0 et 10 les états intermédiaires. Par *ciel serein,* on désigne un ciel pur et l'absence complète du plus léger nuage à l'instant de l'observation; *ciel couvert* indique que l'on n'aperçoit pas la plus petite portion du ciel, et par *éclaircies,* on entend les ouvertures qui se font dans un ciel généralement couvert et qui permettent de voir l'azur du ciel.

Direction du vent. — Les courants supérieurs ont été observés quatre fois par jour (à 9 heures du matin, à midi, à 3 heures et à 9 heures du soir); toutefois, il arrive fréquemment que l'absence de nuages, un ciel uniformément couvert, ou bien un brouillard épais, empêchent de déterminer leur direction. — Les courants inférieurs sont donnés d'après l'anémomètre d'Osler, qui enregistre lui-même mécaniquement leur direction d'une manière continue. Les indications ont été relevées de 2 en 2 heures. La direction marquée est celle qu'avait le vent à l'heure même de l'annotation. L'intensité est exprimée en kilogrammes et représente l'action, sur une plaque carrée d'un pied anglais de côté, du plus fort coup de vent arrivé pendant l'heure qui précède et l'heure qui suit celle marquée dans le tableau en tête de chaque colonne.

Magnétisme terrestre. — Les déclinaisons données dans le tableau ne représentent que les valeurs relatives obtenues au moyen du magnétomètre placé à l'intérieur du bâtiment, dans le but de constater les variations diurnes. Les valeurs absolues pour la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille magnétique ont été observées dans le jardin de l'Observatoire, à l'aide de deux instruments de Troughton.

La déclinaison absolue, déterminée deux fois le 7 avril 1865, a été trouvée en moyenne de 18° 47′ 50″, répondant à $72^d,10$; le 19 avril 1866, elle a été trouvée en moyenne de 18° 41′ 16″, répondant à $74^d,19$.

L'inclinaison absolue, observée à deux reprises le 4 avril 1865, a été trouvée en moyenne de 67° 19′,9; observée deux fois le 11 avril 1866, elle a été trouvée en moyenne de 67° 16′,9.

Électricité de l'air. — Ces observations ont été faites chaque jour, à midi, au moyen de l'électromètre de Peltier, placé toujours à la même hauteur, au sommet de la tourelle orientale de l'Observatoire. Les nombres négatifs n'ont pas été compris dans les moyennes de toute la période. En outre, depuis 1849, on n'a plus fait entrer dans le calcul des moyennes les observations faites pendant les temps d'anomalies, tels que les orages, les pluies, les grêles, les neiges et les brouillards. Dans tous les cas où l'électromètre dépassait 72 degrés, on n'a fait entrer dans le calcul des moyennes des nombres proportionnels que le nombre 2000, correspondant à 72°,5.

Pression atmosphérique à Bruxelles, en 1865.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier . . .	746,80	746,73	746,70	746,97	750,55	743,12	765,7	724,5	41,2	le 7	le 14
Février	54,10	54,32	54,12	54,25	57,58	50,25	70,6	31,0	39,6	le 11	le 1
Mars	52,88	52,94	52,55	53,04	55,32	49,85	65,2	38,0	27,2	le 4	le 26
Avril	60.21	59,81	59,08	59,69	61,21	58,47	66,12	54,6	11,52	le 6	le 28
Mai	56,39	56,18	55,73	56,03	57,91	54,32	66,47	44,0	22,47	le 19	le 11
Juin	61,65	61,42	60,88	61,03	63,18	59,76	69,2	39,8	29,4	le 8	le 30
Juillet	56,46	56,37	56,09	56,45	57,84	54,09	64,2	40,3	23,9	le 25	le 1
Août	54.60	54,48	54,27	54,68	56,18	52,20	65,1	43,0	22,1	le 30	le 23
Septembre . . .	63,33	63,02	62,50	62,86	64,34	61,65	68,6	56,8	11,8	le 12 et le 24	le 8
Octobre	48,84	48,37	47,82	48,40	51,55	43,86	63,41	30,9	32,51	le 4	le 19
Novembre . . .	55,54	55,32	55,06	55,53	57,60	52,47	70,2	38,3	31,9	le 13	le 22
Décembre . . .	64,40	64,06	63,84	64,14	66,00	62,18	74,3	44,3	30,0	le 16	le 30
MOYENNE. . .	756,27	756,09	755,72	756,09	758,27	753,68	767,42	740,46	26,97	le 16 déc.	le 14 janv.

Température centigrade de l'air à Bruxelles, en 1865.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	MOYENNE par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
Janvier	1°59	2°73	3°14	1°81	4°14	0°06	2°10	9°3	− 8°8	le 14	le 2
Février	0,24	2,00	2,53	0,57	3,62	−1,50	1,06	8,5	−13,0	le 1 et le 3	le 15
Mars	1,44	3,44	4,10	1,32	4,99	−0,42	2,28	8,6	− 8,1	le 1	le 21
Avril	12,97	16,94	18,71	12,76	19,10	7,70	13,40	25,7	− 0,3	le 18	le 4
Mai	18.35	20,50	21,79	12,26	22,68	12,16	17,42	27,9	1,1	le 24	le 1
Juin	17,29	19,34	20,87	15,95	22,42	12,05	17,23	27,6	7,4	le 24	le 13
Juillet	20,64	22,46	23,51	19,00	24,74	15,70	20,22	32,6	11,1	le 16	le 12
Août	18,28	20,16	20,74	16,45	22,00	13,65	17,82	26,5	10,3	le 11	le 4
Septembre . . .	17,54	20,82	22,28	17,33	22,82	13,28	18,05	27,2	7,2	le 9	le 30
Octobre	11,21	14,22	14,39	11,41	16.06	8,06	12,06	20,9	1,9	le 1	le 29
Novembre . . .	7,15	9,66	9,71	7,57	10,87	5,12	7,99	14,4	− 2,0	le 26	le 14
Decembre . . .	2,60	4,19	4,62	3,09	5,84	1,60	3,72	11,4	− 4,7	le 5	le 14
MOYENNE. . .	10,77	13,06	13,87	9,96	14,94	7,29	11,11	20,05	0,17	le 16 juill.	le 15 fév.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et les *minima* moyens . . .	11°11
» » » absolus mensuels. .	10,11
» les observations de 9 h. du matin. . .	10,77
» la tempér. moyenne du mois d'octobre . .	12,06

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum	32°6
Minimum	−13,0
Intervalle de l'échelle parcouru	45°6

Psychromètre d'August à Bruxelles, en 1865.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	2,61	1,70	3,44	2,63	3,83	2,91	2,70	2,01
Février	0,80	0,12	2,33	1,22	2,90	1,67	1,02	0,46
Mars	1,58	0,53	3,50	1,86	4,21	2,29	1,72	0,85
Avril	13,13	10,63	17,24	12,41	18,92	12,99	12,72	10,22
Mai	18,17	13,86	20,45	14,17	21,73	15,34	16,17	13,18
Juin	17,20	13,52	19,55	14,66	21,34	15,49	16,30	13,33
Juillet	20,88	17,34	22,99	18,05	24,58	18,41	19,36	16,50
Août	18,23	15,37	20,17	15,94	21,17	16,12	16,32	14,49
Septembre	18,04	15,31	21,22	16,67	22,69	16,95	17,46	15,31
Octobre	11,75	9,97	14,60	11,51	15,06	11,62	11,37	9,58
Novembre	7,15	6,22	9,44	7,69	9,59	7,87	8,12	6,29
Décembre	3,83	3,14	5,53	4,22	5,47	4,11	3,93	3,16
MOYENNE	11,11	8,93	13,37	10,09	14,29	10,48	10,60	8,78

État hygrométrique de l'air à Bruxelles, en 1865.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Janvier	5,11	5,51	5,56	5,33	85,6	87,5	86,2	89,0
Février	4,70	4,82	4,91	4,88	88,2	82,1	80,8	90,4
Mars	4,61	4,73	4,72	4,83	82,3	74,9	71,4	85,6
Avril	8,36	8,11	7,85	8,11	72,9	55,2	48,4	72,5
Mai	9,43	8,49	9,32	9,73	60,8	47,9	48,8	70,7
Juin	9,54	9,67	9,73	9,86	65,2	57,5	52,1	71,0
Juillet	12,67	12,48	12,08	12,35	69,7	60,7	53,6	74,2
Août	11,43	11,09	10,75	11,37	73,5	63,5	58,1	81,9
Septembre	11,45	11,47	10,99	11,79	74,4	61,8	54,4	79,3
Octobre	8,41	8,58	8,45	8,19	79,8	68,5	65,6	79,5
Novembre	6,85	7,19	7,29	6,45	87,5	78,6	78,9	76,4
Décembre	5,77	5,82	4,75	5,73	89,5	81,5	70,7	88,3
MOYENNE	8,19	8,16	8,03	8,22	77,4	68,3	64,1	80,0

État du ciel à Bruxelles, en 1865.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.					INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, midi, 3 h. et 9 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne	Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Eclaircies.	Ciel couvert.
Janvier	1,62	1,31	1,65	0,38	1,24	2	5	5	12	5	12	41	1	17	65
Février	2,21	2,08	2,04	1,96	2,07	4	1	2	17	6	9	41	0	20	54
Mars	2,38	2,50	2,23	2,73	2,46	11	3	1	22	8	30	38	8	24	56
Avril	6,87	6,87	6,00	7,42	6,79	48	12	8	16	6	12	11	0	7	11
Mai	5,31	4,50	3,69	3,77	4,32	6	21	16	47	10	28	9	4	27	10
Juin	4,42	4,87	3,83	5,71	4,71	12	15	8	31	2	26	25	2	25	21
Juillet	3,80	4,08	3,76	4,64	4,07	8	16	14	45	1	22	33	6	23	27
Août	3,42	2,46	2,69	4,62	3,30	5	10	11	57	4	31	27	5	29	18
Septembre	6,58	7,25	7,62	8,21	7,41	54	14	4	16	5	7	13	0	11	13
Octobre	3,77	3,77	3,27	4,88	3,92	26	11	5	24	2	18	34	5	22	34
Novembre	2,40	2,60	2,96	3,52	2,87	8	8	13	29	3	14	34	2	19	42
Décembre	2,20	1,88	2,48	2,08	2,16	6	15	6	15	8	11	26	0	21	55
L'année	3,75	3,68	3,52	4,16	3,78	190	131	93	331	57	220	332	33	245	406

Quantité de pluie et de neige; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Bruxelles, en 1865.

MOIS.	Quantité de pluie.	Quantité de neige.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
					Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel couvert.	Ciel sans nuages.
	mm.	mm.	mm.									
Janvier	50,47	20,02	70,49	24	16	0	11	15	1	5	5	0
Février	60,22	18,66	78,88	21	13	0	13	13	0	6	5	0
Mars	23,27	23,65	46,92	21	12	0	17	15	0	10	1	1
Avril	6,40	»	6,40	3	4	0	0	1	2	8	0	4
Mai	61,78	»	61,78	19	15	3	0	0	9	1	0	0
Juin	18,52	»	18,52	11	11	0	0	0	1	3	0	0
Juillet	141,30	»	141,30	21	19	1	0	0	5	1	1	0
Août	78,89	»	78,89	23	21	2	0	0	7	7	1	0
Septembre	8,63	»	8,63	7	3	0	0	0	1	12	0	3
Octobre	107,55	»	107,55	21	22	1	0	0	1	8	0	5
Novembre	24,78	»	24,78	23	12	0	0	0	0	14	1	1
Décembre	8,77	8,94	17,71	16	13	0	0	10	0	20	8	1
L'année	590,58	71,27	661,85	210	161	7	41	54	27	95	22	15

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1865.

(D'après la direction des nuages, observée 4 fois par jour, à 9 heures du matin, midi, 3 heures et 9 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	0	0	1	1	0	0	0	0	1	7	23	13	12	3	6	1	31
Février	6	6	5	3	0	1	0	0	5	3	11	5	9	6	8	1	28
Mars	26	7	9	0	2	0	0	1	2	1	4	4	9	8	12	13	31
Avril	3	2	2	0	0	2	2	2	7	1	1	9	3	1	2	2	30
Mai	4	2	1	0	4	2	6	6	9	6	30	21	15	2	1	0	31
Juin	14	15	5	2	1	0	0	0	1	2	6	7	10	5	7	15	30
Juillet	3	2	4	0	3	2	1	1	6	10	26	24	15	5	8	1	31
Août	6	0	2	1	3	0	1	0	2	11	17	29	20	11	13	5	31
Septembre	5	3	5	2	0	0	0	1	1	0	2	5	10	8	2	2	30
Octobre	3	2	0	0	2	0	1	0	4	5	28	19	4	5	2	3	31
Novembre	10	2	4	3	2	2	1	0	1	16	21	11	9	5	2	2	30
Décembre	9	3	7	1	4	1	2	3	3	5	8	3	3	2	5	4	31
TOTAL.	89	44	45	13	21	10	14	14	42	67	177	150	119	61	68	49	365

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1865.

(D'après les résultats fournis, de 2 en 2 heures, par l'appareil d'Osler.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	1	1	5	36	18	1	14	7	40	71	89	51	15	17	9	0	31
Février	10	12	14	25	40	12	0	4	35	39	57	21	14	19	20	14	27
Mars	34	28	11	12	29	3	3	3	8	16	22	36	33	31	67	36	31
Avril	11	24	21	28	63	34	1	14	7	9	50	14	22	10	16	36	30
Mai	13	5	1	18	12	22	3	4	21	59	62	68	43	1	11	29	31
Juin	98	23	38	12	24	7	1	2	3	5	16	26	5	17	33	38	29
Juillet	45	7	2	2	3	7	14	12	28	22	43	42	43	28	29	9	28
Août	9	0	4	37	0	0	0	4	20	32	88	56	36	29	46	11	31
Septembre	32	1	1	32	55	22	61	8	5	18	18	27	17	33	2	28	30
Octobre	1	0	0	0	55	27	13	23	27	83	81	40	12	2	1	7	31
Novembre	7	17	0	4	19	16	3	11	28	64	111	39	20	6	12	3	30
Décembre	14	3	1	6	13	22	18	15	40	60	109	32	22	0	10	7	31
TOTAL.	275	121	98	212	331	173	131	107	262	478	746	452	282	193	256	218	360

Intensité totale du vent à Bruxelles, en 1865.

(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ totale.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	16,7	18,4	20,8	20,4	24,4	22,0	19,4	23,2	23,0	21,7	20,0	18,1	248,1
Février . . .	14,8	13,9	13,5	12,0	13,8	18,3	17,7	18,4	13,8	15,2	16,7	17,4	183,5
Mars. . . .	13,8	12,5	10,7	10,4	11,8	12,6	13,4	14,2	13,0	10,8	11,5	14,4	149,1
Avril. . . .	1,2	1,4	1,1	1,4	2,2	3,3	5,8	5,9	4,1	2,8	1,4	1,3	31,9
Mai	2,8	1,7	0,6	2,7	6,1	10,9	15,4	13,7	10,1	4,0	5,1	3,0	76,1
Juin. . . .	4,4	3,7	3,8	5,0	6,9	8,6	9,6	10,3	9,1	7,9	5,8	4,5	79,6
Juillet . . .	6,1	5,4	7,8	7,4	10,1	17,2	19,6	18,5	15,4	15,3	7,7	7,4	137,9
Août. . . .	7,3	7,0	5,3	7,1	12,3	16,1	17,8	15,0	14,8	9,5	8,5	8,2	128,9
Septembre. .	1,2	1,3	1,2	1,3	2,5	3,2	5,9	5,1	3,1	1,9	1,1	2,1	29,9
Octobre. . .	13,5	10,0	11,2	9,3	12,0	21,4	24,8	28,5	27,4	24,2	21,5	16,9	220,7
Novembre . .	20,2	18,8	16,2	13,0	15,5	19,1	26,4	24,9	19,0	19,1	17,1	18,1	227,4
Décembre . .	11,5	12,7	11,1	11,6	12,2	14,9	16,0	13,9	15,3	14,2	16,2	14,7	164,3
L'ANNÉE. .	113,5	106,8	103,3	101,6	129,8	167,6	191,8	191,6	168,1	146,6	132,6	126,1	1679,4

Intensité moyenne du vent à Bruxelles, en 1865.

(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ moyenne.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	0,54	0,59	0,67	0,66	0,79	0,71	0,63	0,75	0,74	0,70	0,65	0,58	0,67
Février . . .	0,55	0,51	0,50	0,44	0,51	0,68	0,66	0,68	0,51	0,56	0,62	0,64	0,55
Mars. . . .	0,45	0,40	0,35	0,34	0,38	0,41	0,43	0,46	0,42	0,35	0,37	0,46	0,40
Avril. . . .	0,04	0,05	0,04	0,05	0,07	0,11	0,19	0,20	0,14	0,09	0,05	0,04	0,09
Mai	0,09	0,06	0,02	0,09	0,20	0,36	0,51	0,46	0,34	0,13	0,17	0,10	0,21
Juin	0,23	0,19	0,20	0,26	0,36	0,45	0,51	0,54	0,48	0,42	0,31	0,24	0,35
Juillet . . .	0,20	0,17	0,25	0,24	0,33	0,55	0,63	0,60	0,50	0,49	0,25	0,24	0,37
Août. . . .	0,24	0,23	0,17	0,23	0,40	0,52	0,57	0,48	0,48	0,31	0,27	0,26	0,35
Septembre. .	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,11	0,20	0,17	0,10	0,06	0,04	0,07	0,08
Octobre. . .	0,44	0,32	0,36	0,30	0,39	0,69	0,80	0,92	0,88	0,78	0,69	0,55	0,59
Novembre . .	0,67	0,63	0,54	0,43	0,52	0,64	0,88	0,83	0,63	0,64	0,57	0,60	0,63
Décembre . .	0,37	0,41	0,36	0,37	0,39	0,48	0,52	0,45	0,49	0,46	0,52	0,47	0,44
MOYENNE. .	0,32	0,30	0,29	0,29	0,37	0,48	0,54	0,54	0,48	0,42	0,38	0,35	0,39

Déclinaison magnétique à Bruxelles, en 1865.

MOIS.	Échelle arbitraire. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne du mois.	Valeur angulaire. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne du mois.
Janvier	71,78	71,16	71,57	73,45	71,99	18°48′35″	18°50′ 1″	18°49′ 4″	18°44′42″	18°48′ 5″
Février	72,59	71,26	71,61	73,61	72,27	46 42	49 47	48 58	44 20	47 28
Mars	73,60	71,39	71,39	73,67	72,51	44 22	49 29	49 29	44 12	46 53
Avril	74,03	72,72	71,92	73,73	73,10	43 22	46 24	48 15	44 2	45 31
Mai	74,04	72,05	72,30	73,86	73,08	43 20	47 57	47 22	43 45	45 36
Juin	74,22	72,35	72,27	73,98	73,20	42 45	47 15	47 26	43 29	45 14
Juillet	74,11	72,68	72,72	74,18	73,42	43 11	46 29	46 24	43 1	44 46
Août	74,08	72,13	72,35	74,28	73,21	43 15	47 46	47 13	42 47	45 16
Septembre	74,71	73,07	73,56	75,58	74,23	41 47	45 35	44 27	39 46	42 55
Octobre	75,14	73,60	74,16	76,06	74,74	40 47	44 22	43 4	38 40	41 43
Novembre	75,07	74,30	74,98	76,12	75,12	40 57	42 54	41 10	38 31	40 53
Décembre	75,56	74,92	75,18	76,25	75,48	38 5	39 34	38 58	36 29	38 16
Moyenne.	74,08	72,64	72,83	74,56	73,53	18°43′ 6″	18°46′28″	18°45′59″	18°41′59″	18°44′23″

Électricité de l'air à Bruxelles, de 1856 à 1865.

MOIS.	Moyenne des degrés observés à l'électromètre. 1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	MOY.	Moyenne des nombres proportionnels. 1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	MOY.	Degrés correspondants.
Janv.	47	51	50	50	49	63	58	49	56	44	52	286	465	415	453	573	720	470	449	677	261	477	58°
Févr.	39	52	44	44	46	39	48	52	49	42	45	190	565	312	275	339	160	250	416	412	263	318	52
Mars	32	36	38	30	43	39	40	36	39	32	36	129	159	170	112	250	160	168	228	193	137	171	40
Avril	23	29	25	30	30	27	32	29	30	26	28	67	110	74	117	105	76	107	106	113	74	95	30
Mai	20	16	22	22	21	29	28	19	20	20	22	50	35	65	67	162	88	82	70	49	51	72	26
Juin.	29	17	19	26	16	27	22	22	18	18	21	93	39	47	81	37	76	50	55	38	40	56	23
Juill.	23	20	21	26	22	30	27	16	16	19	22	67	50	53	82	57	94	76	34	30	48	59	24
Août	25	18	22	27	22	27	24	28	21	24	24	70	43	61	149	62	76	60	92	122	73	81	28
Sept.	29	27	23	30	27	28	29	29	24	25	27	96	88	70	179	82	82	88	112	66	75	94	30
Oct.	42	39	34	39	49	42	37	38	28	27	37	223	178	134	218	305	185	144	170	93	89	174	41
Nov.	46	43	47	46	43	56	44	52	43	39	46	272	260	396	341	332	408	204	582	226	272	329	53
Déc.	54	46	47	52	47	54	53	49	44	44	49	652	307	329	623	467	355	333	466	254	242	403	56
Moy.	34	33	33	35	35	38	37	35	32	30	34	183	192	177	225	231	207	169	231	189	135	194	
											Degr. corresp.	42°	43°	41°	46°	47°	44°	40°	47°	42°	36°	43°	38°

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Gand, en 1865,

PAR M. F. DUPREZ,

Membre de l'Académie royale de Belgique.

Les observations ont été faites dans l'endroit de la ville nommé la *Cour du Prince.*

Pression atmosphérique. — Le baromètre employé pour déterminer la pression atmosphérique est le même que celui qui a servi pendant les années antérieures : c'est un baromètre de *Lion,* pourvu des moyens nécessaires pour assurer sa verticalité. Cet instrument a une monture de bois, et son échelle, de laiton, s'étend jusqu'à la cuvette; il est placé dans une chambre dont la température varie très-peu en vingt-quatre heures, et sa cuvette est élevée de 8 mètres au-dessus du sol. Les nombres relatifs aux observations sont corrigés des effets de la capillarité; ils ont été ramenés à zéro degré de température à l'aide des tables de réduction insérées dans l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles.* Une table calculée d'après le rapport connu entre le diamètre intérieur du tube et le diamètre intérieur de la cuvette, a donné la correction nécessitée par le changement du niveau du mercure dans la cuvette; les nombres ont également subi cette correction.

Température. — Les observations qui se rapportent à la température sont exprimées en degrés centigrades. Les températures *maxima* et *minima* sont comptées d'un midi à l'autre et ont été données par deux thermomètres, l'un à mercure et l'autre à esprit-de-vin, munis chacun d'un indicateur. Ces instruments sont placés au nord et à l'ombre, à $4^m,80$

au-dessus du sol; leur vérification a fait connaître que le zéro de l'échelle du premier était trop bas de sept dixièmes de degré, et celui du second trop haut de six dixièmes; les nombres ont été corrigés de ces erreurs.

Humidité. — L'état hygrométrique de l'air a été observé au moyen du psychromètre d'August; la tension de la vapeur d'eau continue dans l'air et l'humidité relative ont été calculées d'après les tables de Stierlin.

Pluie, neige, grêle, etc. — La quantité d'eau recueillie a été mesurée d'un midi à l'autre, et comprend aussi celle qui est provenue de la fusion de la neige et de la grêle. Le nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau a été distingué du nombre de jours de pluie; parmi ces derniers sont compris tous les jours où il est tombé de la pluie, même quand celle-ci était trop faible pour pouvoir être mesurée; les jours où il est tombé de la pluie et de la neige, ou de la pluie et de la grêle, sont comptés à la fois parmi les jours de pluie et de neige, ou de pluie et de grêle.

Sérénité. — Pour obtenir les nombres rapportés dans le tableau relatif à la sérénité du ciel, on a représenté par 0 un ciel entièrement couvert, par 10 un ciel entièrement serein, et par les nombres compris entre 0 et 10, les états intermédiaires.

Vents. — La direction des vents a été déterminée d'après la girouette fixée au sommet de la tour de l'église de Saint-Jacques.

Électricité atmosphérique. — L'électricité atmosphérique a été observée au moyen de l'électromètre de Peltier. Lors des observations, cet instrument est placé sur une tablette qui est fixée à $1^m,3$ au-dessus de la base d'une ouverture rectangulaire, pratiquée dans un toit dont la pente est telle, que la hauteur du sommet au-dessus de la ligne horizontale menée par la base de l'ouverture est, à 6 mètres de distance de cette base, égale à 5 mètres; ce même toit est surmonté d'une cheminée d'environ 1 mètre de hauteur. Aucun autre objet environnant ne domine la tablette, et celle-ci est élevée de $10^m,8$ au-dessus du niveau du sol. Il résulte de cette disposition que l'électricité atmosphérique n'agit point librement sur l'électromètre et que, par conséquent, les nombres obtenus sont trop petits; aussi ne faut-il considérer que les valeurs relatives de ces derniers.

Les nombres qui se rapportent aux observations d'électricité atmosphérique négative n'ont point été comptés dans le calcul des moyennes du tableau, et lorsque les indications de l'électromètre dépassaient 72 degrés d'électricité positive, on n'a fait entrer dans le calcul des moyennes des nombres proportionnels que le nombre 2000, qui correspond à environ 72 degrés de l'instrument

Pression atmosphérique à Gand, en 1865.

MOIS.	HAUTEURS MOYENNES DU BAROMÈTRE par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE ou VARIATION mensuelle.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	749,68	749,71	749,23	750,19	768,91	727,01	41,90	le 7	le 14
Fevrier	57,22	57,47	57,14	56,98	74,32	33,35	40,97	le 11	le 1
Mars	56,18	56,33	56,01	56,22	68,37	41,16	27,21	le 3	le 26
Avril	63,47	63,16	62,47	63,06	69,16	58,10	11,06	le 6	le 14
Mai	59,20	59,32	58,88	59,21	70,27	47,28	22,99	le 19	le 10
Juin	65,12	64,98	64,37	64,59	72,76	43,08	29,68	le 8	le 30
Juillet	59,61	59,65	59,14	59,77	67,73	42,98	24,75	le 26	le 1
Août	57,63	57,08	56,95	57,87	68,36	46,66	21,70	le 30	le 23
Septembre	66,56	66,36	66,04	66,19	71,95	60,54	11,41	le 19	le 8
Octobre	51,62	51,05	50,12	50,91	66,55	33,89	32,66	le 4	le 19
Novembre	58,94	58,26	57,50	58,45	73,48	39,85	33,63	le 13	le 22
Décembre	67,36	67,07	66,66	67,30	77,79	47,27	30,52	le 15	le 4
MOYENNE.	759,38	759,20	758,71	759,23	770,80	743,43	27,37		

	mm.
Hauteur moyenne de l'année	759,13
Différence à 9 heures du matin	+0,25
— à midi	+0,07
— à 3 heures du soir	—0,42
— à 9 heures du soir	+0,10

		mm.
Extrêmes de l'année.	*Maximum*, le 15 décembre.	777,79
	Minimum, le 14 janvier.	727,01
Intervalle de l'échelle parcouru.		50,78

Température centigrade de l'air à Gand, en 1865.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	MOYENNE par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
Janvier	1°,4	3°,0	3°,2	1°,4	4°,3	−0°,3	2°,0	9°,1	− 8°,1	le 27	le 2
Février	0,6	2,7	2,9	1,0	4,5	−2,2	1,1	10,0	−12,5	le 1er et le 27	le 15
Mars	2,4	4,7	4,7	1,4	6,2	−0,7	2,7	9,1	− 8,1	le 1er et le 7	le 21
Avril	14,8	17,4	18,2	11,7	19,3	6,6	12,9	26,0	− 0,6	le 18	le 1er et le 4
Mai	20,4	22,2	22,4	14,8	24,4	10,6	17,5	28,7	0,6	le 21	le 1
Juin	18,8	20,6	21,5	14,5	23,7	11,1	17,4	29,1	5,6	le 24	le 13
Juillet	22,2	23,7	24,0	17,6	26,2	14,5	20,3	33,2	9,4	le 7	le 12
Août	20,0	21,6	21,2	15,5	23,7	12,6	18,1	30,4	8,2	le 28	le 6
Septembre	18,9	21,2	22,7	16,7	23,0	12,8	17,9	28,5	8,0	le 8	le 30
Octobre	11,0	14,3	13,4	10,3	16,2	6,8	11,5	20,4	− 0,5	le 1	le 29
Novembre	6.6	9,3	9,0	6,6	10,9	4,0	7,4	13,7	− 3,1	le 23	le 14
Décembre	2,5	4,6	4,9	3,1	5,9	0,8	3,3	10,4	− 3,7	le 4	le 25
MOYENNE.	11,6	13,8	14,0	9,5	15,7	6,4	11,0	20,7	− 0,4		

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et les *minima* moyens	11°0
— — — absolus mensuels	10,1
— les observations de 9 heures du matin	11,6
— la température moyenne du mois d'octobre	11,5

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum, le 7 juillet	33°2
Minimum, le 15 février	−12,5
Intervalle de l'échelle parcouru	45,7

Psychromètre d'August à Gand, en 1865.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	1°,41	0°,92	2°,64	2°,00	3°,00	2°,25	1°,71	1°,07
Février	0,86	0,30	2,20	1,34	2,54	1,40	1,60	0,90
Mars	2,27	1,40	3,77	2,38	4,05	2,37	2,32	1,29
Avril	13,94	10,96	17,57	12,42	18,04	12,50	12,34	9,96
Mai	19,50	15,00	21,00	15,12	21,47	15,30	15,15	12,56
Juin	18,01	14,27	20,22	15,06	20,36	15,06	15,10	12,52
Juillet	20,15	17,65	22,57	17,85	23,10	17,70	18,00	15,67
Août	19,15	15,90	20,59	16,47	20,12	16,12	15,94	14,21
Septembre	18,25	15,59	21,36	16,86	21,99	17,00	16,95	15,02
Octobre	14,09	9,57	14,10	11,42	13,87	11,21	10,76	9,59
Novembre	6,85	5,94	9,20	7,71	9,14	7,57	7,16	6,17
Décembre	2,60	2,00	4,56	3,41	4,95	3,84	3,56	2,71
Moyenne	11,17	9,12	13,31	10,17	13,55	10,19	10,05	8,47

État hygrométrique de l'air à Gand, déduit de l'observation du psychromètre d'August, en 1865.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Janvier	5,08	5,38	5,40	5,04	91,8	89,8	88,2	89,4
Février	4,82	5,00	4,86	4,95	90,5	85,9	81,6	88,3
Mars	5,05	5,06	4,89	4,89	86,0	78,8	74,7	83,3
Avril	8,27	7,91	7,73	7,99	68,6	52,8	50,2	73,1
Mai	10,16	9,43	9,40	9,54	60,6	51,5	49,7	73,6
Juin	10,04	9,79	9,71	9,50	65,4	55,9	55,0	73,5
Juillet	13,55	12,41	11,87	11,98	77,7	61,3	57,4	78,0
Août	11,62	11,58	11,35	11,21	70,9	64,7	65,2	82,6
Septembre	11,70	11,64	11,47	11,69	75,1	62,2	59,1	81,0
Octobre	8,34	8,76	8,64	8,55	82,3	72,1	72,1	86,2
Novembre	6,83	7,34	7,22	6,89	87,5	81,4	80,4	86,6
Décembre	5,38	5,59	5,79	5,50	9,02	82,7	83,6	86,7
Moyenne	8,40	8,32	8,19	8,14	78,8	69,9	68,1	81,8

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Gand, en 1865.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
			Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel entièrement couvert.	Ciel sans nuages.
	mm.									
Janvier . . .	121,26	16	17	3	6	16	1	7	8	0
Février . . .	92,75	18	13	1	11	17	0	6	7	0
Mars	70,22	19	13	10	14	19	0	0	3	1
Avril	14,57	4	4	0	0	2	1	3	1	4
Mai.	41,07	10	15	0	0	0	8	0	1	0
Juin	20,14	3	12	0	0	0	1	0	2	1
Juillet . . .	213,06	16	19	1	0	0	9	0	1	0
Août	101,23	14	17	1	0	0	5	3	1	0
Septembre . .	0,26	1	3	0	0	0	1	3	1	8
Octobre . . .	149,19	15	21	2	0	1	2	5	0	6
Novembre . .	54,06	14	14	0	0	1	0	8	1	1
Décembre . .	8,21	4	13	0	0	10	0	14	8	0
TOTAL. . .	886,06	134	161	18	31	66	28	49	34	21

État du ciel à Gand, en 1865.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.					INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi, à 3 et à 9 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclaircies.	Ciel couvert.
Janvier. . .	0,9	1,8	-1,6	1,3	1,4	2	8	4	3	8	8	47	0	30	70
Février. . .	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	5	3	5	12	4	15	33	0	29	61
Mars. . . .	2,3	2,2	1,8	3,3	2,4	14	1	4	35	2	25	15	3	37	44
Avril. . . .	6,6	6,8	6,6	7,1	6,7	47	15	7	15	11	1	7	0	20	9
Mai	6,2	4,4	3,0	3,2	4,2	6	23	14	32	6	3	17	5	37	10
Juin. . . .	3,6	4,0	4,2	5,8	4,4	16	17	10	24	7	22	11	2	21	25
Juillet . . .	3,0	3,3	3,8	4,1	3,5	6	12	10	33	0	17	26	5	41	18
Août. . . .	2,8	1,9	2,6	4,9	3,0	5	9	2	39	2	11	22	11	44	15
Septembre. .	6,7	7,2	7,5	8,5	7,4	61	12	2	11	5	9	6	0	14	11
Octobre. . .	3,1	3,0	3,7	4,9	3,6	31	6	2	9	5	7	30	2	28	39
Novembre . .	1,9	1,7	1,7	3,9	2,3	10	5	14	11	2	4	38	5	28	43
Décembre . .	1,4	2,3	1,2	1,5	1,6	5	11	2	2	8	1	39	0	33	59
ANNÉE . .	3,3	3,3	3,3	4,2	3,5	208	122	76	226	60	123	291	33	362	404

Nombre d'indications de chaque vent à Gand, en 1865.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, midi et 3 h. du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	4	1	5	0	5	4	7	4	23	8	19	4	1	1
Février	7	5	13	2	0	0	1	3	17	5	8	2	5	4	18	2
Mars	15	5	9	2	7	0	0	1	2	0	6	2	8	9	15	10
Avril	10	2	6	6	21	0	2	1	6	0	5	5	9	2	10	2
Mai	2	0	3	1	6	0	1	2	19	2	21	4	12	2	6	2
Juin	9	2	8	0	2	1	0	0	1	1	3	3	2	10	24	19
Juillet	1	0	4	0	1	0	3	2	13	1	26	7	9	10	11	3
Août	0	0	4	1	1	0	2	5	3	8	15	5	18	13	9	0
Septembre	0	0	11	0	15	3	15	4	1	0	4	5	13	7	5	2
Octobre	2	0	5	3	22	0	3	5	22	3	13	1	8	0	2	0
Novembre	4	3	2	0	8	0	1	1	17	4	17	5	14	0	7	3
Décembre	6	1	1	1	2	1	6	5	17	7	20	1	4	3	11	1
Année	56	18	70	17	90	5	39	33	125	35	161	48	121	64	107	45

Électricité de l'air à Gand.

MOIS.	Moyenne des degrés observés à l'électromètre.										MOYENNE. — 1855 à 1865.	Moyenne des nombres proportionnels.										MOYENNE. — 1855 à 1865.
	1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.		1856.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	
Janv.	20	19	22	12	19	18	13	9	14	11	17	55	55	68	38	51	49	26	15	30	18	52
Fév.	14	18	17	12	17	4	9	8	11	9	14	32	41	40	21	43	5	12	11	17	11	33
Mars.	7	10	10	7	10	4	4	5	8	6	8	11	20	17	9	21	5	6	6	11	7	19
Avril	7	5	6	7	5	2	3	4	5	5	5	8	7	10	12	7	3	3	5	5	5	8
Mai	6	2	4	2	3	3	2	3	3	4	3	7	2	5	3	3	3	3	3	3	5	5
Juin.	6	6	4	4	3	4	1	2	1	4	4	7	13	7	5	3	13	2	2	2	4	6
Juill.	8	6	5	2	4	4	2	1	1	2	4	12	42	6	3	5	7	3	1	1	2	15
Août	7	4	8	4	4	5	1	3	2	4	4	9	5	32	4	4	31	1	4	2	5	9
Sept.	8	10	10	7	4	4	3	6	3	6	6	11	15	15	9	5	4	3	10	3	7	8
Octob.	17	19	12	13	11	7	5	8	6	7	10	40	45	19	22	35	10	5	15	8	8	20
Nov.	23	22	28	20	11	13	6	13	10	9	16	138	66	63	57	16	29	8	25	14	12	47
Déc.	22	22	18	»	9	13	10	12	10	13	14	84	65	40	»	17	25	18	22	16	23	36
Moy.	12	12	12	8	8	7	5	6	6	7	9	36	31	27	17	17	15	7	9	9	9	21
											Degrés équivalents	18°	17°	16°	12°	12°	11°	6°	8°	8°	8°	14°

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Liége, en 1865,

PAR M. D. LECLERCQ,

Agrégé à l'Université, directeur de l'École industrielle.

Pression atmosphérique. — Le baromètre construit d'après le système Fortin, modifié par Delcros, porte le n° 243 d'Ernst. Le lieu de l'observation est situé dans l'intérieur de la ville.

Des comparaisons, faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, ont montré que ses indications exigent une correction additive de $0^{mm},45$, pour exprimer des hauteurs absolues. Les nombres obtenus par l'observation ont été ramenés à zéro degré de température centigrade et ont subi ensuite la correction totale qui renferme la dépression due à la capillarité, l'erreur du zéro du thermomètre et celles qui pourraient provenir d'autres imperfections de l'instrument.

La cuvette du baromètre se trouve à six mètres au-dessus du zéro de l'échelle du pont des Arches. D'après les ingénieurs des ponts et chaussées, l'altitude de ce repère, par rapport au niveau moyen de la mer du Nord, est de $54^{m},71$.

Température. — Le thermométrographe de Six, perfectionné par Bellani, a continué d'indiquer les différentes températures du jour et les extrêmes; sa marche a été constam-

ment comparée avec celle d'autres thermomètres, dont les zéros sont déterminés au commencement de chaque année; les nombres inscrits dans les tableaux ont subi les corrections qui les concernent.

Pluie et vents. — L'udomètre, pareil à celui de l'Observatoire royal de Bruxelles, est placé au milieu d'un vaste jardin; il se trouve éloigné des bâtiments et des arbres.

La direction des vents supérieurs est prise d'après le mouvement des nuages; celle des vents inférieurs est donnée d'après une girouette parfaitement mobile et d'après la direction de la fumée des plus hautes cheminées de machines à vapeur.

Tableaux. — Un changement a été apporté au tableau concernant la pression atmosphérique; au lieu de présenter seulement les *maxima* et *minima* absolus de chaque mois, il en rapporte les principaux, trois pour les *maxima*, et autant pour les *minima*, avec leur date respective. Entre deux de ces *maxima* consécutifs et les *minima* qui les alternent, il y en a d'autres de chaque sorte qui sont inférieurs aux premiers et supérieurs aux seconds, en ne considérant toutefois qu'un *maximum* principal et un de ses *minima* principaux qui l'alternent; il semblerait donc d'après ce qui est transcrit, que l'atmosphère éprouve chaque mois trois oscillations principales, dont les intermédiaires ne seraient que les ondulations. Quoi qu'il en soit, la modification faite à ce tableau n'a eu pour objet que de mieux faire connaître le mouvement de l'atmosphère à la station de Liége.

Pression atmosphérique à Liége, en 1865.

MOIS.	HAUTEURS MOYENNES par mois. 9 heures du matin.	Midi	MAXIMA PRINCIPAUX du mois. 1ers.	2mes.	3mes.	MINIMA PRINCIPAUX du mois. 1ers.	2mes.	3mes.	DIFFÉR. des *maxima* et *minima* absolus ou variations mensuelles.	DATES des *maxima*.	DATES des *minima*.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	746,55	746,33	764,33	753,54	755,37	744,47	725,92	730,94	38,41	les 7-23-29	les 3-14-27
Février	53,20	53,44	58,20	69,33	65,50	31,11	48,35	34,50	38,22	les 7-11-23	les 1- 8-17
Mars	51,23	51,65	64,46	56,17	60,58	44,82	41,11	37,75	26,71	les 4-18-31	les 1- 6-26
Avril	59,16	58,59	65,09	60,77	60,22	54,17	54,94	54,37	10,92	les 6-16-24	les 3-14-18
Mai	55,89	55,50	57,32	63,64	55,75	52,38	44,52	52,28	19,12	les 7-19-31	5-10 mai, 2 juin
Juin	60,38	60,12	67,85	67,10	60,84	56,93	56,89	39,43	27,67	les 8-13-24	les 11-24-30
Juillet	55,70	55,58	59,82	59,56	62,36	51,85	49,13	»	13,05	les 4-13-26	les 11-22
Août	53,97	53,68	58,91	54,99	63,43	46,62	48,15	45,02	18,41	les 6-13-31	les 1-11-23
Septembre	62,52	61,97	67,52	67,36	67,25	57,02	61,03	57,76	10,50	les 12-19-25	les 8-17-21
Octobre	48,93	48,12	63,15	57,34	54,58	54,55	42,35	33,05	30,14	les 4-16-26	les 1-10-19
Novembre	55,48	55,23	60,29	70,03	53,11	35,69	52,27	39,17	30,86	les 5-13-27	27 oct., 9-23 nov.
Décembre	64,27	63,79	57,42	73,07	55,83	42,65	45,86	48,31	27,21	les 1-10-31	29 nov., 4-30 déc.
MOYENNE	755,61	755,31	762,03	762,74	759,57	747,69	747,55	742,96	24,27		

Extrêmes de l'année. . . . { *Maximum* . . . . mm. 773,07
{ *Minimum* 725,92

Intervalle de l'échelle parcouru. 47,15

Température centigrade de l'air à Liége, en 1865.

MOIS.	MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	MOYENNE PAR MOIS des *maxima* diurnes.	des *minima* diurnes.	TEMPÉRATURE moyenne par mois.	DIFFÉRENCE ou variation diurne.	*Maxim.* absolu par mois.	*Minim.* absolu par mois.	DIFFÉRENCE ou variation mensuelle.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
Janvier	2°,09	3°,31	4°,41	−0°,92	1°,74	5°,33	9°,80	−14°,10	23°,90	le 27	le 2
Février	0,20	2,21	3,55	−2,51	0,52	6,06	8,80	−14,50	23,30	le 2	le 15
Mars	1,70	3,80	5,02	−1,15	1,93	6,17	9,40	−10,30	19,70	le 2	le 21
Avril	12,55	16,89	18,96	7,91	13,43	11,05	24,90	− 0,50	25,40	le 21	le 3
Mai	17,68	20,51	22,87	11,97	17,42	10,90	27,70	2,80	24,90	le 23	le 1
Juin	16,61	19,29	21,83	11,81	16,82	10,02	26,50	7,90	18,60	le 23	le 20
Juillet	20,17	23,10	25,54	15,73	20,63	9,81	31,90	10,30	21,60	le 16	le 2
Août	17,57	20,78	22,36	13,70	18,03	8,66	28,70	9,60	19,10	le 28	le 4
Septembre	16,66	21,26	23,34	13,11	18,22	10,23	28,50	8,80	19,70	le 9	le 30
Octobre	11,49	14,85	16,64	7,70	12,17	8,94	21,10	2,20	18,90	le 9	le 30
Novembre	7,65	9,92	11,06	3,83	7,44	7,23	15,80	− 0,70	16,50	le 24	le 13
Décembre	2,64	4,45	5,42	0,11	2,76	5,31	11,60	− 6,50	18,10	le 4	le 13
MOYENNE	10,67	13,36	15,08	6,77	10,92	8,31	20,39	− 0,42	20,81		

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et *minima* moyens . . . . 10°92
» les *maxima* et *minima* absolus par mois 9,98
» les deux extrêmes de l'année entière 8,70
» les observ. de 9 h. du matin pendant l'année entière . 10,67
» la température moyenne du mois d'octobre 12,67
» les observations de 9 h. du m. pendant le mois d'octobre. 11,49

TEMPÉRATURES EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum, le 16 juillet . . . . +31°90
Minimum, le 15 février. . . . . −14,50

Intervalle de l'échelle parcouru. 46,40

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, etc., à Liége, en 1865.

MOIS.	Nombre de jours de pluie, de neige ou de grêle.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Hauteur moy. de l'eau tombée par chaque jour de pluie, de neige ou de grêle.	NOMBRE DE JOURS DE						
				Ciel sans nuages.	Pluie.	Grêle.	Neige.	Brouillard.	Tonnerre.	Ciel entièrem' couvert.
		mm.	mm.							
Janvier	24	87,73	3,49	4	21	1	9	8	0	23
Février	21	64,55	3,22	3	18	1	11	1	0	20
Mars	26	77,55	3,09	2	23	5	17	1	0	25
Avril	5	0,78	0,16	17	5	1	0	14	2	4
Mai	13	52,71	4,05	3	13	1	0	1	6	7
Juin	12	33,81	1,98	8	12	0	0	5	2	13
Juillet	21	134,86	6,42	6	21	1	0	6	8	13
Août	20	87,22	4,36	1	20	1	0	9	9	15
Septembre	4	3,18	0,79	19	4	0	0	18	0	8
Octobre	21	102,12	4,86	8	21	0	0	11	3	13
Novembre	16	35,90	2,24	3	16	0	0	13	0	22
Décembre	8	9,80	1,22	7	8	0	0	20	0	17
L'année	191	680,21	3,56	81	182	11	37	107	30	180

État du ciel à Liége, en 1865.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.			INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES, d'après les observations faites chaque jour, à 9 heures du matin et à midi.						
	9 heures du matin.	Midi.	Moyenne.	Cirrhus.	Cirrho-cumulus.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.
Janvier	1,48	1,48	1,48	6	0	17	0	10	37	15
Février	2,25	1,90	2,07	8	0	15	0	4	32	19
Mars	1,26	1,55	1,40	3	0	27	0	15	35	22
Avril	6,73	6,53	6,63	14	1	18	1	9	6	0
Mai	3,81	3,29	3,55	24	0	38	1	19	9	10
Juin	3,77	3,77	3,77	10	0	27	1	18	14	11
Juillet	3,64	3,10	3,37	8	0	33	0	22	16	12
Août	2,45	2,55	2,50	12	1	35	2	25	15	14
Septembre	6,57	6,83	6,70	8	0	13	2	3	9	8
Octobre	3,58	3,51	3,54	8	0	24	4	9	18	12
Novembre	1,83	1,43	1,63	9	0	24	1	10	29	12
Décembre	3,03	2,81	2,92	7	0	21	2	7	30	7
L'année	3,33	3,23	3,28	117	2	292	14	151	250	142

Nombre d'indications de chaque vent supérieur à Liége, en 1865.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3	0	1	3	0
Février	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	3	1	1
Mars	3	0	0	0	0	0	2	1	0	3	2	1	0	3	6	1
Avril	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	1	0	0	2	0
Mai	2	0	2	0	1	0	5	3	3	0	13	1	1	1	5	0
Juin	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	2	10	2
Juillet	0	1	0	0	0	0	2	1	0	4	8	5	0	2	1	0
Août	0	0	2	0	0	0	1	3	0	2	9	4	0	6	1	1
Septembre	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	4	0	0
Octobre	0	1	0	0	0	0	0	5	1	3	7	7	0	2	4	0
Novembre	0	0	2	2	0	0	3	1	0	0	14	1	1	1	4	1
Décembre	1	2	0	0	0	1	5	1	0	3	7	0	0	0	2	2
Année	13	5	10	2	1	2	22	15	4	15	85	28	2	25	39	8

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il y a eu éclairs ou tonnerre à Liége, en 1865.

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Mai	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Juillet	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1	0	1	1	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	1	1	1
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Année	0	1	1	0	0	0	2	5	1	3	8	3	0	3	2	1

Nombre d'indications de chaque vent inférieur à Liége, en 1865.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO
Janvier	0	2	6	0	0	0	0	3	4	20	13	2	1	6	5	0
Février	0	2	12	0	0	2	1	2	4	17	0	4	1	4	2	3
Mars	6	12	6	4	0	1	0	0	2	7	3	1	1	9	6	4
Avril	1	7	17	4	0	0	3	0	2	5	2	4	0	4	6	5
Mai	2	1	5	0	0	0	2	2	2	25	6	6	0	6	4	1
Juin	4	15	12	0	0	1	0	0	0	3	4	2	0	6	5	8
Juillet	0	7	2	0	0	1	2	0	2	19	12	6	0	3	7	1
Août	2	1	3	0	0	0	2	2	2	11	12	8	1	5	11	2
Septembre	5	10	17	3	0	0	2	1	4	4	4	4	0	5	1	0
Octobre	1	2	11	0	0	0	1	2	9	19	9	2	0	1	2	3
Novembre	3	7	2	1	0	1	1	2	7	18	8	0	3	4	2	1
Décembre	5	1	5	4	1	5	1	7	8	14	3	2	0	4	2	0
Année	29	67	98	16	1	11	15	21	46	162	76	41	7	57	53	30

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il tombait de la pluie, de la neige ou de la grêle à Liége, en 1865.
(D'après des observations relevées chaque jour à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NKO.
Janvier	0	0	2	0	0	0	0	2	1	3	11	3	0	1	3	0
Février	0	2	3	0	0	0	0	0	1	8	1	0	0	4	3	4
Mars	2	5	3	0	0	2	1	0	0	4	2	0	0	6	5	1
Avril	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	2	0
Mai	0	1	1	0	0	0	3	2	1	3	3	0	0	2	3	0
Juin	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	2	2	3
Juillet	0	3	1	0	0	0	0	0	0	8	6	5	0	2	2	0
Août	1	0	0	0	0	0	2	5	0	3	6	5	0	6	3	2
Septembre	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
Octobre	1	1	0	0	0	0	0	4	0	7	9	5	0	3	4	0
Novembre	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	9	0	2	2	3	1
Décembre	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	1
Année	7	19	12	0	0	2	6	13	4	45	54	23	2	30	31	12

Nombre d'indications de très-forts vents et de tempêtes à Liége, en 1865.
(D'après des observations relevées chaque jour à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	1	1	1	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	1	1
Mars	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0
Juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Octobre	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0
Année	3	0	1	2	0	1	0	1	1	24	16	6	1	8	3	2

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Ostende, en 1865,

PAR M. J. CAVALIER.

Pression atmosphérique. — Le baromètre employé pour déterminer la pression atmosphérique est construit selon le système Fortin-Delcros; il est placé dans une chambre qui fait face au NNO. et dont la température varie peu; sa cuvette est élevée de $6^m,65$ au-dessus du sol, ou de $9^m,33$ au-dessus du *niveau moyen* de la mer.

Les corrections pour la réduction à la température de zéro degré centigrade ont été faites aux observations à l'aide des tables de Delcros.

Température de l'air. — Les températures extrêmes ont été déterminées par des thermomètres à *maxima* et *minima,* divisés sur tige. Celles des différentes époques du jour ont été données par le thermomètre à boule sèche du psychromètre, lequel donne par estimation le vingtième de degré.

Ces instruments sont librement suspendus dans l'embrasure d'une fenêtre à $6^m,65$ au-dessus du sol et exposés au NNO.; ils sont parfaitement préservés de la pluie et du rayonnement solaire [1].

[1] Ces thermomètres, ainsi que ceux employés pour obtenir la température de l'eau de mer et la radiation solaire, ont tous été construits par Cassella, à l'échelle centigrade; les zéros en ont été soigneusement vérifiés au commencement de l'année, et contrôlés dès lors par le thermomètre étalon n° 4719, muni du certificat de l'observatoire de Kew.

État hygrométrique de l'air. — Les tables de Biot, calculées d'après les expériences de Dalton, m'ont donné la tension de la vapeur d'eau, et j'en ai déduit l'humidité relative de l'air d'après la formule employée à l'Observatoire royal de Bruxelles.

Température de l'eau de mer. — La température de l'eau de mer a été obtenue au moyen d'un thermomètre à *maxima*, à bulle d'air, divisé sur tige. La boule de cet instrument est entourée d'une mince couche de ouate soutenue par une enveloppe de tulle; quelques gouttes d'éther y sont versées, avant chaque observation, pour réduire la colonne de mercure à une indication plus basse que celle que donnera l'eau de mer; alors on fait descendre l'appareil à la sonde de deux mètres où on le laisse pendant dix minutes : lorsqu'on le retire de l'eau, l'évaporation qui a lieu, à son contact avec l'air, empêche le déplacement de l'index, de sorte que la vraie température de l'eau s'y trouve indiquée.

Les observations ont été faites tous les jours, à la tête de la jetée du port, et à l'heure aussi rapprochée que possible de celle de la pleine mer du *jour*.

Radiation solaire. — Les observations de la radiation solaire ont été faites au moyen de l'héliothermomètre. Cet instrument se compose d'un thermomètre à *maxima* à bulle d'air, gradué sur tige, introduit dans un tube de verre hermétiquement fermé et vide d'air, qui se termine en sphère creuse et mince de 66 millimètres de diamètre, dont la boule noire du thermomètre occupe le centre.

Jours de pluie, grêle, neige, etc. — L'udomètre se trouve actuellement à $10^{m},42$ audessus du sol. La quantité d'eau recueillie a été mesurée à midi; lorsqu'il était tombé à la fois de la pluie et de la neige, l'eau a été attribuée par moitié à l'une et à l'autre.

Le nombre de jours de pluie, de grêle et de neige est donné sans avoir égard à la quantité d'eau tombée; les jours où la pluie a été accompagnée de grêle ou de neige sont comptés parmi les jours de pluie, grêle et neige respectivement. Les brouillards de terre assez prononcés ont été les seuls annotés.

Vents. — La direction du vent a été déterminée d'après la girouette établie sur le sommet du clocher de l'église Saint-Pierre.

Remarque. — Le mois de septembre ne comprend que vingt jours d'observations (du 1er au 20) de la pression atmosphérique et de la température de l'air; celles de la température de l'eau de mer comptent un jour de plus (le 30); les autres observations ont été faites pendant le mois entier.

Pression atmosphérique à Ostende, en 1865.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE PAR MOIS.						*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE ou variation mensuelle.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.					
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.		
Janvier .	751,16	751,10	751,09	751,27	751,14	750,71	770,57	726,16	44,41	le 7	le 14
Février .	58,86	59,06	58,79	58,76	58,98	59,16	76,21	34,63	41,58	le 11	le 1
Mars. . .	58,09	58,26	57,91	58,01	58,21	58,16	70,23	42,20	28,03	le 3	le 6
Avril. . .	64,88	64,74	64,25	64,22	64,62	64,79	70,66	59,47	11,19	le 6	le 3
Mai . . .	60,58	60,60	60,34	60,15	30,40	60,40	71,84	48,80	23,04	le 19	le 10
Juin. . .	66,48	66,53	66,21	65,81	65,97	65,75	74,22	43,99	30,23	le 8	le 30
Juillet . .	60,65	60,86	60,76	60,61	60,66	60,62	69,70	46,35	23,35	le 26	le 1
Août. . .	58,72	58,83	58,64	58,54	58,79	58,77	69,89	47,89	22,00	le 30	le 23
Sep.(20 j.)	67,48	67,30	66,92	66,71	67,10	67,02	73,05	60,49	12,56	le 19	le 8
Octobre .	52,87	52,35	51,66	51,75	52,17	52,31	67,79	35,06	32,73	le 4	le 19
Novemb.	59,69	59,47	59,19	59,47	59,67	59,68	75,08	40,30	34,78	le 13	le 22
Décemb.	68,79	68,54	68,26	68,40	68,50	68,25	79,66	46,33	33,33	le 15	le 29
MOYENNE.	760,69	760,64	760,33	760,31	760,52	760,47	772,41	744,31	28,10	le 15 déc.	le 14 janv.

Extrêmes de l'année. . . . { *Maximum*, le 15 décembre . . . . 779,66 mm.
{ *Minimum*, le 14 janvier 726,16

Intervalle de l'échelle parcouru. 53,50

Température centigrade de l'air à Ostende, en 1865.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS.						*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	MOYENNE par mois.	*Maximum* des moyennes diurnes.	*Minimum* des moyennes diurnes.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.									
Janvier. .	2°,27	3°,22	3°,52	2°,71	2°,46	2°,46	4°,56	0°,71	2°,63	6°,80	−3,35	8°,90	−5°,60	le 14	le 2
Février. .	1,31	2,62	2,92	2,41	1,84	1,60	3,90	−0,50	1,70	7,70	−7,00	9,10	−9,80	le 2	le 15
Mars. . .	2,70	4,29	4,34	3,32	2,57	2,01	4,98	0,58	2,78	6,00	−2,70	8,30	−6,90	le 4	le 21
Avril. . .	11,84	13,17	12,70	11,21	9,43	8,65	14,86	6,67	10,76	18,00	5,05	24,00	0,70	le 17	le 4
Mai . . .	15,93	17,22	16,81	16,40	14,14	13,03	19,06	10,60	14,83	20,10	9,30	25,90	2,00	les 22 et 27	le 1
Juin . . .	16,21	17,64	17,58	17,09	15,16	14,01	19,10	12,07	15,58	19,25	12,00	25,70	9,00	le 29	le 12
Juillet . .	19,25	20,62	21,08	20,03	17,73	16,41	22,60	14,66	18,63	22,70	14,40	32,30	10,90	le 15	les 3 et 13
Août. . .	17,95	19,47	19,70	18,62	16,44	15,47	20.89	13,65	17,27	22,25	13,35	26,80	9,40	le 28	le 2
Sept. (20 j.)	19,66	22,96	22,99	21,28	18,32	17,43	24,00	15,24	19,62	24,05	17,65	29,70	10,50	le 8	le 20
Octobre .	11,92	14,23	14,61	12,96	11,54	10,57	15,85	8,15	12,00	16,65	7,30	22,90	2,60	le 2	le 29
Novemb.	8,12	9,61	9,85	8,84	8,10	7,57	10,56	5,50	8,03	11,25	4,20	14,30	−0,30	le 25	le 14
Décemb..	3,85	5,33	5,41	4,60	4,37	4,01	6,13	2,24	4,18	7,75	−1,50	10,10	−3,10	le 4	le 24
MOYENNE.	10,92	12,53	12,63	11,62	10,18	9,43	13,87	7,46	10,67	15,21	5,73	19,83	1,62	le 15 juill.	le 15 fév.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et *minima* moyens. . . . . . . 10°,67
» » » des moyennes diurnes . . 10,47
» » » absolus mensuels . . . 10,73
» les observations de 9 heures du matin 10,92
» la température moyenne du mois d'octobre . . 12,00

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum, le 15 juillet. . . . . 32°,30
Minimum, le 15 février. . . . . −9,80

Intervalle de l'échelle parcouru . . . . 42°,10

Psychromètre d'August à Ostende, en 1865.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		6 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.		MINUIT.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier . . .	2°,27	1°,50	3°,22	2°,30	3°,52	2°,55	2°,71	1°,80	2°,46	1°,63	2°,46	1,70
Février . . .	1,31	0,43	2,62	1,48	2,92	1,68	2,41	1,45	4,84	0,99	1,60	0,81
Mars	2,70	1,45	4,29	2,54	4,34	2,52	3,32	1,85	2,57	1,30	2,01	0,84
Avril	11,84	9,53	13,17	10,05	12,70	9,68	11,21	8,86	9,43	7,73	8,65	7,27
Mai	15,93	12,73	17,22	13,34	16,81	13,11	16,40	12,88	14,14	11,75	13,03	11,22
Juin	16,21	13,26	17,64	14,00	17,58	13,94	17,09	13,70	15,16	12,71	14,01	12,07
Juillet . . .	19,25	16,24	20,62	16,75	21,08	16,96	20,03	16,54	17,73	15,32	16,41	14,60
Août	17,95	15,24	19,47	16,24	19.70	16,27	18,62	15,85	16,44	14,60	15,47	14,00
Sept. (20 j.)	19,66	16,73	22,96	18,40	22,99	18,25	21,28	17,85	18,32	16,27	17,43	15,46
Octobre . .	11,92	10,06	14,25	11,21	14,61	11,46	12,96	10,76	11,54	9,85	10,57	9,15
Novembre .	8,12	6,88	9,61	8,05	9,85	8,09	8,84	7,47	8,10	6,92	7,57	6,55
Décembre .	3,85	2,99	5,33	4,15	5,41	4,30	4,60	3,76	4,37	3,56	4,01	3,28
MOYENNE. .	10,92	8,92	12,53	9,88	12,63	9,90	11,62	9,40	10,17	8,55	9,44	8,08

État hygrométrique de l'air à Ostende, déduit de l'observation du psychromètre, en 1865.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.						HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.					
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.						
Janvier . .	5,12	5,33	5,39	5,15	5,13	5,18	87,4	85,8	85,1	85,8	86,7	87,5
Février . .	4,69	4,90	4,90	5,00	4,90	4,86	85,3	81,9	80,5	84,7	86,1	86,8
Mars . . .	4,81	4,91	4,86	4,82	4,75	4,65	80,2	73,8	72,9	77,1	79,7	80,9
Avril . .	7,84	7,64	7,49	7,44	7,22	7,18	74,0	66,4	67,0	72,8	78,8	82,4
Mai . . .	9,30	9,31	9,26	9,21	9,14	9,12	68,5	63,5	64,8	66,0	74,9	80,0
Juin . . .	9,80	9,92	9,87	9,85	9,74	9,61	71,0	66,0	65,9	67,7	75,1	79,4
Juillet . .	12,03	11,97	11,98	12,01	11,67	11,46	72,8	66,8	65,1	69,4	77,2	82,0
Août . . .	11,42	11,90	11,81	11,87	11,45	11,22	74,6	71,1	69,6	74,5	81,8	84,9
Sept. (20 j.)	12,47	12,97	12,73	13,15	12,62	12,02	73,7	63,1	61,9	70,6	80,6	80,9
Octobre . .	8,42	8,43	8,51	8,64	8,39	8,16	78,8	68,8	67,8	76,1	80,6	83,2
Novembre .	7,09	7,47	7,37	7,30	7,14	7,06	84,1	80,8	78,6	82,8	84,8	86,6
Décembre .	5,60	5,87	5,98	5,92	5,85	5,77	86,7	82,8	84,0	87,3	87,6	88,5
MOYENNE. .	8,22	8,38	8,35	8,36	8,17	8,02	78,1	72,6	71,9	76,2	81,2	83,6

Quantité de pluie, de grêle, etc.; nombre de jours de pluie, de grêle, etc.;
et sérénité du ciel à Ostende, en 1865.

MOIS.	Quantité de pluie.	Quantité de neige.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE Pluie.	Grêle.	Neige.	Tonnerre.	Brouill.	Ciel couvert.	Ciel serein.	SÉRÉNITÉ DU CIEL. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	MOYENNE.
	mm.	mm.	mm.															
Janvier.	82,780	3,035	85,815	16	19	3	8	2	6	10	0	1,48	1,55	1,35	3,13	1,97	1,55	1,84
Février.	45,425	11,945	57,370	17	15	3	9	0	2	13	1	1,71	1,71	1,36	0,86	2,29	2,07	1,67
Mars . .	44,220	10,860	55,080	22	17	5	9	0	2	8	2	2,81	3,00	2,16	2,35	2,68	2,58	2,60
Avril . .	12,860	»	12,860	6	6	0	0	0	11	2	6	5,93	6,20	6,20	5,77	6,80	6,90	6,30
Mai. . .	29,455	»	29,455	14	17	0	0	4	1	1	0	3,77	3,55	3,32	3,13	4,42	5,23	3,90
Juin . .	12,735	»	12,735	5	13	0	0	0	5	3	2	3,00	4,26	4,20	4,47	4,17	4,70	4,13
Juillet .	171,905	»	171,905	15	21	0	0	7	0	2	0	3,45	3,00	3,29	4,23	3,68	4,36	3,66
Août . .	75,155	»	75,155	18	18	0	0	2	3	2	0	2,81	2,97	2,48	3,26	3,77	4,00	3,21
Sept. . .	0,755	»	0,775	2	2	0	0	1	14	0	5	6,17	6,90	6,83	6,70	7,37	7,87	6,97
Octob. .	108,405	»	108,405	19	20	3	0	4	8	5	4	3,03	2,71	3,29	3,45	4,94	5,10	3,75
Nov . .	46,945	»	46,945	18	21	0	0	0	10	5	1	1,80	2,10	2,36	3,67	3,44	3,70	2,85
Déc. . .	13,310	»	13,310	6	11	2	0	0	14	10	0	1,77	1,90	2,03	1,00	1,29	1,78	1,63
L'Année.	643,970	25,840	669,810	158	180	16	26	20	76	61	21	3,14	3,32	3,24	3,50	3,90	4,15	3,54

Nombre d'indications de chaque vent à Ostende, en 1865.
(D'après la girouette, observée chaque jour à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE d'observations
Janvier	2	1	2	3	7	0	3	6	11	11	25	10	7	2	3	0	93
Février	2	2	3	5	10	3	1	3	13	9	8	6	2	2	10	3	84
Mars	18	6	11	5	7	3	1	0	2	0	4	8	5	4	15	4	93
Avril	9	15	20	6	2	2	7	3	1	2	4	7	9	2	1	0	90
Mai	12	6	6	4	0	2	1	0	9	6	11	8	13	8	3	4	93
Juin	23	16	14	0	3	0	0	2	1	0	5	4	9	2	6	5	90
Juillet	12	2	6	0	1	0	2	1	10	3	8	17	14	6	9	2	93
Août	4	4	3	1	2	1	4	0	12	7	8	13	18	5	10	1	93
Septembre	3	8	9	4	7	1	7	10	9	4	3	9	11	3	2	0	90
Octobre	3	0	5	3	8	5	11	6	23	9	13	2	4	1	0	0	93
Novembre	7	2	2	9	2	4	1	5	25	5	10	2	9	4	3	0	90
Décembre	3	2	3	2	4	1	7	11	28	17	4	1	0	3	4	3	93
9 heures du matin	29	15	13	16	24	12	26	17	54	28	40	30	22	15	17	5	365
Midi	32	26	24	17	16	3	9	21	45	27	37	26	37	14	21	10	365
3 heures du soir	37	23	45	9	13	7	10	9	47	18	26	31	42	13	28	7	365
L'année	98	64	84	42	53	22	45	47	146	73	103	87	101	42	66	22	1095

Vents remarquables et leurs directions à Ostende, en 1865.

MOIS.	GRANDS.	TRÈS-GRANDS.	EXTRAORDINAIRES.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	SE.	S.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.
Janvier	2	5	6	2	»	»	»	»	»	»	6	1	4	»	»
Février	3	3	1	»	»	1	»	»	»	»	2	1	1	»	2
Mars	1	6	»	»	1	»	»	1	1	»	1	»	»	»	3
Avril	»	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mai	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Juin	2	1	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Juillet	2	»	1	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1
Août	3	3	2	»	»	»	»	»	»	»	4	2	1	»	1
Septembre	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Octobre	3	1	5	1	»	»	»	»	»	1	3	»	2	1	1
Novembre	3	2	1	1	»	»	1	»	»	1	2	»	»	»	1
Décembre	»	»	3	»	»	»	»	»	»	»	3	»	»	»	»
Année	20	23	19	8	1	2	1	1	1	2	24	4	8	1	9

Radiation solaire à Ostende, en 1865.

(D'après les observations faites à midi, au moyen de l'héliothermomètre, à l'échelle centigrade.)

MOIS.	NOMBRE d'observations.	MOYENNE.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCE.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
Janvier	»	»	»	»	»	»	»
Février	»	»	»	»	»	»	»
Mars	7	35°,59	40°,70	30°,40	10°,30	le 28	le 21
Avril	18	38,24	43,10	32,50	10,60	le 9	le 13
Mai	11	45,33	49,80	41,90	7,90	le 21	le 19
Juin	13	44,56	49,00	41,10	7,90	le 29	le 28
Juillet	8	48,50	50,10	44,10	6,00	le 15 et le 16	le 29
Août	6	46,67	50,80	42,50	8,30	le 27	le 5
Septembre	16	48,76	53,50	45,20	8,30	le 16	le 12
Octobre	7	41,76	46,80	34,10	12,70	le 4	le 3
Novembre	»	»	»	»	»	»	»
Décembre	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNE	86	40,63	44,63	36,26	8,37	le 16 septemb.	le 21 mars.

Orages à Ostende, en 1865.

(Les astérisques indiquent que la foudre est tombée.)

Le 6 janvier, à 6 h. du matin, fort orage; averse de grêle de 5mm,700.

14 » à 7 h. du matin, fort orage, ainsi qu'à 2 h du soir.

9 mai, de 3 à 4 h. du soir, fort orage.

21 » de 5 à 6 h. du soir, léger orage.

23 » de 3 à 6 h. du soir, léger orage; à 7 h. 20 m. du soir, un tourbillon de l'est à l'ouest et à mouvement direct, dure pendant 10 m.

29 » à 9 h. du soir, léger orage.

7 juillet, à 4 h. du matin, fort orage.

11 » de 10 à 11 h. du soir, violent orage.*

16 » de 9 h. du soir à 5 h. du matin, orage des plus forts**; 32mm,300 d'eau.

Le 17 juillet, à 3 h. du soir, fort orage; dans l'espace de 10 m., 12mm,225 d'eau sont tombés.

21 » de 8 1/2 à 11 1/2 h. du soir, fort orage.

31 » de 5 1/2 h. du soir à minuit, fort orage; 37mm,535 d'eau.

3 août, de 3 à 4 h. du soir, léger orage et de 8 à 10 h. du soir, fort orage.

12 » de 9 à 10 1/2 h. du soir, léger orage.

11 octobre, de 3 à 3 1/2 h. du soir, temps orageux.

17 » de 5 3/4 à 6 1/4 h. du soir, grand orage.

22 » de 8 à 9 h. du soir, temps orageux; forts éclairs dans l'est.

25 » de 3 à 5 h. du soir, très-fort orage.*

28 » de 2 à 4 h. du matin, fort orage.

30 » de 5 à 6 h. du soir, temps orageux.

Tempêtes. — Il y a eu des tempêtes le 6, le 14 et le 15 janvier; le 1er juillet; le 23 août; le 24, le 25 et le 30 octobre; et le 31 décembre.

Grande tempête de janvier. — Dans la nuit du 12 au 13, une tempête a éclaté et a régné jusqu'au 15 à midi. Dès le soir du 13, elle s'est déchaînée dans toute sa fureur et n'a présenté qu'une série de bourrasques des plus violentes.

Le 12 et le 13, la marche du baromètre était irrégulière et présentait quelques anomalies; celle du thermomètre, cependant, n'avait rien d'extraordinaire.

Le 14, au matin, il y avait de l'orage accompagné de grêle; le baromètre marquait à 9 h. 730mm,30; à midi 728mm,12; et à 2 h. du soir, il descendait jusqu'à 726mm,16; cette baisse, la plus grande, dit-on, depuis dix-sept ans, fut suivie d'un second orage accompagné d'une forte averse de grêle et de quelque pluie.

Voici les indications du baromètre réduites, celles du thermomètre exposé à l'air et la direction du vent, avant et pendant la tempête.

JOUR et heure.	BAROM.	THERM.	VENT.	JOUR et heure.	BAROM.	THERM.	VENT.	JOUR et heure.	BAROM.	THERM.	VENT.
	mm.				mm.				mm.		
le 11 à minuit.	755,20	4°,30	»	le 13 à 9 h. m.	736,79	3°,85	ONO.	le 14 à midi.	728,12	5°,85	SO.
le 12 à 9 h. m.	48,27	5,80	S.	» à midi.	40,39	4,95	O.	» à 2 h. s.	26,16	»	»
» à midi.	45,93	7,40	S.	» à 3 h. s.	42,86	5,30	OSO.	» à 3 h. s.	27,60	6,55	OSO.
» à 3 h. s.	42,85	8,15	S.	» à 6 h. s.	40,68	4,00	»	» à 6 h. s.	31,10	6,65	»
» à 6 h. s.	43,10	5,65	»	» à 9 h. s.	35,13	4,50	»	» à 9 h s.	35,10	6,10	»
» à 9 h. s	43,00	5,30	»	» à minuit.	31,60	7,10	»	» à minuit.	35,94	5,95	»
» à minuit.	41,06	5,50	»	le 14 à 9 h. m.	30,30	5,35	SO.	le 15 à 9 h. m.	38,89	3,90	O.

Pendant la nuit du 13 au 14, le thermomètre à *maxima* a marqué 8°,90.

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Ostende, en 1865,

PAR M. P. MICHEL, CHEF AU NOUVEAU PHARE.

Pression atmosphérique. — Le baromètre de Sacré, employé pour déterminer la pression de l'air, est placé dans une chambre dont la température varie très-peu en vingt-quatre heures; sa cuvette est élevée de 5m,61 au-dessus du sol, ou de 16m,19 au-dessus du niveau de la mer, à marée basse, en vive eau ordinaire. Les observations ont été réduites à zéro degré de température centigrade.

Température de l'air. — Le thermomètre à *minima* de Laurent, ainsi que ceux à boule sèché et à boule humide du psychromètre, sont placés dans l'embrasure d'une fenêtre exposée au NO., abrités de la pluie et du rayonnement solaire par un toit en verre, et élevés de 5m,30 au-dessus du sol, ou de 15m,88 au-dessus du niveau de la mer, à marée basse.

La correction +0°,4 pour le thermomètre à *minima* de Laurent a été appliquée à chaque observation; celle de —0°,30 pour celui à boule sèche, ainsi que celle de —0°,10 pour celui à boule humide.

Pluie, neige. — L'udomètre est placé à environ 3m,10 au-dessus du sol; la quantité d'eau recueillie a été observée chaque jour à midi. L'indication de l'instrument qui donnait le chiffre le moins élevé a été écartée.

L'eau de la neige a été distinguée, et lorsqu'il était tombé à la fois de la pluie et de la

neige, l'eau a été attribuée par moitié à l'une et à l'autre. Le nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau a été distingué du nombre de jours de pluie ou de neige.

Forme des nuages, état du ciel. — Outre la forme des nuages, pour obtenir les nombres rapportés dans le tableau relatif à la sérénité du ciel, j'ai représenté par 0 un ciel entièrement couvert, par 10 un ciel entièrement serein, et par les nombres compris entre 0 et 10 les états intermédiaires.

Vents. — La direction des vents est donnée d'après une girouette parfaitement mobile, fixée au sommet de la tour du phare, et d'après une boussole indiquant le nord vrai. La force du vent est indiquée par les nombres allant de 0 à 10 : 0 signifie calme plat; 1, sillage de un à deux nœuds; 2, sillage de trois à quatre nœuds; 3, sillage de cinq à six nœuds; 4, brise de perroquets; 5, un ris aux huniers; 6, deux ris aux huniers; 7, trois ris aux huniers; 8, les huniers au bas-ris; 9, au bas-ris des voiles basses; 10, ouragan.

Pression atmosphérique à Ostende, en 1865.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	*Maximum* par mois.	*Minimum* par mois.	DIFFÉRENCE ou variation mensuelle.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	750,50	750,24	750,35	770,07	726,30	43,77	le 7	le 14
Février	58,27	58,56	58,22	75,75	34,12	41,63	le 11	le 1
Mars	57,67	57,80	57,63	68,97	42,69	26,28	le 4	le 26
Avril	64,63	64,46	63,96	70,26	59,21	11,05	le 6	le 3
Mai	60,70	60,56	60,31	70,77	49,06	21,71	le 19	le 11
Juin	66,50	66,48	66,02	73,93	43,89	30,04	le 8	le 30
Juillet	60,76	60,91	60,89	69,74	45,49	24,25	le 26	le 1
Août	58,66	58,79	58,64	68,92	47,88	21,04	le 31	le 23
Septembre	67,80	67,68	67,30	73,24	60,45	12,79	le 24	le 8
Octobre	52,71	52,29	51,63	67,24	35,13	32,11	le 4	le 19
Novembre	59,45	59,30	58,96	74,56	39,76	34,80	le 13	le 22
Décembre	68,50	68,38	68,06	77,92	47,73	30,19	le 11	le 4
Moyennes	760,51	760,45	760,16	771,78	744,31	27,47	le 11 déc.	le 14 janv.

Extrêmes de l'année { *Maximum*, le 11 décembre . . . . . 777,92 mm.; *Minimum*, le 14 janvier 726,30

Intervalle de l'échelle parcouru . . . 51,62

Température centigrade de l'air à Ostende, en 1865.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *minimum*.	*Minimum* des moyennes diurnes.
Janvier	2°15	3°33	3°37	-4°70	le 2	0°50
Février	1,21	2,53	2,31	-9,20	le 15	-0,44
Mars	3,00	4,23	4,47	-3,70	le 21	1,07
Avril	12,34	12,42	13,63	7,30	le 25	7,83
Mai	15,77	16,76	18,11	9,40	le 11	10,58
Juin	15,69	16,63	18,18	12,50	le 12	12,25
Juillet	18,75	20,70	22,81	14,10	le 1	14,78
Août	17,79	19,08	20,83	13,40	le 1	13,69
Septembre	18,15	21,12	22,60	13,70	le 29	13,88
Octobre	11,59	14,47	15,06	4,50	le 29	8,07
Novembre	8,03	9,67	9,89	2,30	le 14	6,15
Décembre	3,95	5,26	5,35	-2,80	le 24	2,33
MOYENNE	10,71	12,18	13,05	4,73	le 15 février	7,56

Psychromètre à Ostende, en 1865.

MOIS.	9 HEURES DU MATIN.		MIDI.		3 HEURES DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	1°86	1°21	2°88	2°09	3,05	2°17
Février	0,87	0,22	2,03	1,36	2,29	1,37
Mars	1,89	0,94	3,10	1,74	3,31	2,02
Avril	10,39	8,48	10,72	8,61	11,32	8,86
Mai	15,08	12,08	15,87	12,44	15,96	12,57
Juin	15,09	12,72	15,73	13,42	16,56	13,45
Juillet	18,31	15,55	19,63	15,96	20,60	16,35
Août	17,21	14,84	18,23	15,43	19,38	15,78
Septembre	17,60	15,32	20,22	16,46	21,33	17,13
Octobre	11,25	9,82	13,95	11,23	14,49	11,57
Novembre	7,66	6,43	9,24	7,59	9,50	7,64
Décembre	3,77	2,85	4,87	3,86	5,01	3,98
MOYENNE	10,08	8,37	11,37	9,18	11,90	9,41

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, de tonnerre, de brouillard, etc, à Ostende, en 1865.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres.	Quantité de neige recueillie par mois en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
				Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel couvert.	Ciel sans nuages.
Janvier	53,471	6,687	15	19	5	7	14	2	19	4	0
Février	43,436	2,990	12	14	4	8	23	0	13	8	1
Mars	26,928	4,642	19	15	10	9	11	0	2	3	2
Avril	13,401	»	8	4	0	0	6	0	14	1	2
Mai	27,320	»	12	16	1	0	0	6	3	1	0
Juin	6,684	»	8	12	0	0	0	1	3	0	1
Juillet	127,415	»	14	16	0	0	0	9	1	1	0
Août	96,350	»	18	14	0	0	0	3	4	2	0
Septembre	3,247	»	3	3	0	0	0	1	11	1	5
Octobre	108,348	»	17	22	4	0	0	2	11	5	1
Novembre	57,250	»	21	16	0	0	2	1	6	0	0
Décembre	11,426	»	19	5	0	0	7	1	21	9	0
TOTAL.	575,276	14,319	169	156	24	24	63	26	108	35	12

Le 6 janvier 1865, à 6 h. du matin, le vent soufflait de l'ouest avec forte brise; tout à coup il sauta au NO. avec fort orage, pluie, grêle et éclairs. Au plus fort de ce grain, je vis tomber une boule de feu se dirigeant du NO. au SE.

État du ciel à Ostende, en 1865.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.				INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclaircies.	Ciel couvert.
Janvier	1,81	1,74	1,90	1,82	0	3	2	3	19	16	30	24	7	12
Février	1,82	1,86	1,00	1,56	3	0	3	2	7	20	8	25	0	40
Mars	3,52	3,42	2,84	3,26	8	0	2	12	9	38	6	18	3	6
Avril	6,03	6,00	6,16	6,06	20	12	1	11	25	3	10	4	0	5
Mai	4,58	4,58	4,03	4,40	3	6	5	10	22	33	8	8	0	3
Juin	3,80	4,27	4,77	4,28	6	3	1	13	21	24	9	7	1	4
Juillet	3,77	3,52	3,90	3,73	0	1	5	7	26	38	2	13	5	5
Août	3,03	3,43	3,36	3,27	1	0	0	12	16	34	16	10	8	5
Septembre	6,10	7,07	7,07	6,75	32	3	1	10	14	11	12	1	3	3
Octobre	2,87	3,13	3,32	3,11	10	1	0	0	18	29	8	27	7	6
Novembre	2,70	2,93	2,93	2,85	0	3	2	4	19	33	16	9	3	2
Décembre	2,29	2,29	2,13	2,24	1	2	1	6	17	13	43	0	1	12
ANNÉE.	3,53	3,69	3,62	3,61	84	34	23	90	213	292	168	146	41	103

Nombre d'indications de chaque vent à Ostende, en 1865.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 heures du matin, à midi et à 3 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de jours.
Janvier	2	0	3	9	2	0	7	3	12	15	14	10	5	7	3	1	31
Février	1	3	2	3	18	1	1	0	16	10	6	4	3	0	14	2	28
Mars	14	11	9	6	6	0	1	0	2	0	5	7	3	4	19	6	31
Avril	21	9	11	5	7	1	3	0	1	1	4	1	13	5	2	6	30
Mai	13	1	6	2	1	0	1	2	9	3	6	5	17	8	14	4	31
Juin	28	16	6	1	5	0	1	0	0	0	3	4	9	1	10	6	30
Juillet	6	2	3	0	1	1	3	4	8	4	8	10	18	7	15	3	31
Août	0	6	8	0	0	2	3	3	11	2	7	7	18	8	14	2	31
Septembre	7	15	5	18	6	2	9	0	2	0	5	1	11	1	5	0	30
Octobre	3	3	7	12	11	2	0	4	28	2	8	3	2	3	4	0	31
Novembre	1	3	8	7	3	2	3	5	19	6	10	4	8	4	6	0	30
Décembre	3	2	5	2	5	3	6	4	24	13	7	2	4	0	5	4	31
Année	99	71	73	65	65	14	38	25	132	56	83	58	111	48	111	34	365

Intensité du vent à Ostende, en 1865.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	0 Calme plat.	1 Sillage de 1 à 2 nœuds.	2 Sillage de 3 à 4 nœuds.	3 Sillage de 5 à 6 nœuds.	4 Brise de perroquets.	5 Un ris aux huniers.	6 Deux ris aux huniers.	7 Trois ris aux huniers.	8 Les huniers au bas-ris.	9 Au bas-ris des voiles basses.	10 Ouragan.
Janvier	0	20	32	23	3	2	0	3	6	1	3
Février	0	15	31	14	6	2	6	4	2	1	1
Mars	0	21	31	20	12	4	1	0	2	2	0
Avril	0	30	41	14	4	1	0	0	0	0	0
Mai	2	29	41	13	3	3	0	1	1	0	0
Juin	0	18	30	26	13	3	0	0	0	0	0
Juillet	0	21	31	24	8	2	1	1	1	4	0
Août	2	21	41	12	10	1	3	1	1	1	0
Septembre	3	35	27	13	4	3	5	0	0	0	0
Octobre	1	20	35	11	6	2	4	3	9	0	2
Novembre	0	19	37	20	8	2	4	1	0	0	0
Décembre	3	29	42	8	7	1	0	1	1	0	0
Total	11	278	419	198	84	26	24	15	23	9	6

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS. — RÈGNE VÉGÉTAL. — 1865.

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1865.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)
Acer campestre. L.	19 avril.	18 avril.	22 avril.	—	26 avril.	
» Pseudo-Platanus. L.	20 »	27 »	20 »	—	17 »	
» saccharinum. L.	—	18 »				
Æsculus Hippocastanum. L.	14 avril.	28 »	20 avril.	1 avril.	16 avril.	18 avril.
» lutea. Pers.	—	28 »	—	—	16 »	
» Pavia. L.	—	5 mai.	25 avril.	—	14 »	
Amygdalus Persica. L. (β *mad.*)	15 avril.	—	26 »	8 avril.	12 »	16 avril.
Aristolochia Sipho. L.	—	—	5 mai.	—	17 »	
Berberis vulgaris. L.	12 avril.	15 avril.	23 avril.	—	17 »	19 avril.
Betula alba. L.	15 »	18 »	22 »	3 avril.	28 »	19 »
» Alnus. L.	—	—	—	29 mars.	26 »	20 »
Bignonia Catalpa. L	25 avril.	12 mai.	—	28 »		
» radicans. L.	—	12 »	—	—	1 mai.	
Buxus sempervirens. L.	—	—	—	—	15 avril.	27 avril.
Carpinus Betulus. L.	12 avril.	19 avril.	26 avril.	—	17 »	20 »
Cercis Siliquastrum. L.	—	18 mai.	—	—	26 »	
Clematis Viticella. L.	14 avril.					
Colutea arborescens. L.	—	—	—	—	17 avril.	17 avril.
Corchorus japonicus. L.	10 avril.	28 mars.	18 avril.	—	26 mars.	10 »
Cornus Mascula. L.	11 »	17 mai.	—	—	26 avril.	21 »
» sanguinea. L.	—	—	28 avril.	—	26 »	18 »
Corylus Avellana. L.	9 avril.	10 avril.	20 »	—	16 »	14 »
Cratægus coccinea. L.	—	10 »				
» Oxyacantha L.	15 avril.	12 »	18 avril.	20 avril.	15 avril.	13 avril.
Cytisus Laburnum. L.	16 »	—	18 »	—	17 »	
Daphne Mezereum. L.	5 »	12 avril.	—	8 mars.	1 »	15 avril.
Evonymus europæus. L.	15 »	19 »	—	—	20 »	
» latifolius. Mill.	—	—	—	—	20 »	
» verrucosus. L.	—	22 avril.				
Fagus Castanea. L.	—	2 mai.	—	—	6 mai.	
» sylvatica. L.	—	4 »	5 mai.	—	6 »	
Fraxinus excelsior. L.	26 avril.	8 »	—	—	6 »	26 avril.

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.
Genista juncea. L.	25 avril.					
Gingko biloba. L.	—	16 mai.	10 mai.	—	4 mai.	
Gleditschia Triacanthos L.	—	—	12 »			
Glycine sinensis. L.	20 avril.	12 mai.	8 »	—	4 mai.	24 avril.
Gymnocladus canadensis. L.	—	30 »	6 »	—	15 »	
Hippophäe rhamnoides. L.	—	—	—	20 mars.	10 avril.	
Hydrangea arborescens. L.	—	—	—	—	15 »	
Juglans nigra. L.	25 avril.	26 avril.	—			
» regia. L.	27 »	—	—	10 avril.	3 mai.	22 avril
Ligustrum vulgare. L.	—	—	20 avril.	—	15 avril.	20 »
Liriodendron tulipifera. L.	—	10 mai.	8 mai.			
Lonicera Periclymenum. L.	10 avril.	—	—	8 avril.	27 mars.	10 avril.
» Symphoricarpos. L.	7 »	—	—	—	4 avril.	12 »
» tatarica. L.	5 »	—	—	—	18 mars.	
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	4 avril.	14 avril.
Mespilus germanica. L.	—	—	25 avril.	—	20 »	18 »
Morus nigra. L.	25 avril.	—	—	20 avril.	5 mai.	
Philadelphus coronarius. L.	11 »	10 avril.	—	—	8 avril.	26 avril.
» latifolius. Schrad.	—	13 »				
Pinus Larix. L.	—	16 »	18 avril.	—	6 avril.	
Platanus occidentalis. L.	—	10 mai.	16 mai			
Populus alba. L.	17 avril.	30 avril.	28 avril.			
» fastigiata. L.	17 »	3 mai.	24 »	—	15 avril.	20 avril.
» Tremula. L.	—	—	—	—	20 »	
Prunus armeniaca. L. (β abric.).	—	—	17 avril.	8 mars.	12 »	18 avril.
» Cerasus. L. (*big. noir.*).	14 avril.	10 avril.	25 »	—	12 »	20 »
» domestica. L. (β *gr. dam. v.*).	15 »	—	23 »	—	10 »	19 »
» Padus. L.	13 »	13 avril.	15 »			
Ptelea trifoliata. L.	—	18 »	—	—	1 mai.	
Pyrus communis. (β *bergam.*).	16 avril.	2 mai.	22 avril.	17 mars.	14 avril.	18 avril.
» Cydonia. L.	—	—	17 »	9 »		
» japonica. L.	—	5 avril.	21 »	2 »	10 mars	17 avril.
» Malus. L. (β *calville d'ete*).	14 avril.	—	23 »	10 »	20 avril.	28 »
» spectabilis. Ait.	—	29 avril.	24 »			
Quercus pedunculata. Wild.	19 avril.	—	—	—	1 mai.	
» sessiliflora. Smith	23 »	—	—	—	1 »	
Rhamnus catharticus. L.	—	—	—	—	20 avril.	
» Frangula. L.	—	—	—	—	18 »	
Rheum undulatum. L.	—	—	—	—	—	9 avril.
Rhus Cotinus. L.	—	3 mai.	10 mai.			
» typhina. L.	—	—	5 »			
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	1 avril.	

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.
Ribes Grossularia. L.	3 avril.	—	11 avril.	20 avril.	2 avril.	8 avril.
» nigrum. L.	6 »	—	13 »	—	—	12 »
» rubrum. L.	6 »	—	11 »	23 avril.	10 avril.	13 »
Robinia Pseudo-Acacia. L.	20 »	—	26 »	—	4 mai.	
Rosa centifolia. L.	14 »	7 mai.	—	—	10 avril.	18 avril.
» gallica. L.	—	—	—	—	10 »	
Rubus Idæus. L.	11 avril.	6 avril.	—	2 mars.	15 »	16 avril.
Salix alba. L.	14 »	—	—	20 avril.		
» babylonica. L.	—	26 avril.	25 avril.			
Sambucus nigra. L.	12 avril.	—	17 »	15 avril.	18 mars.	17 avril.
Secale cereale. L. (Épis).	—	—	2 mai.	—	—	30 »
Sorbus Aucuparia. L.	13 avril.	9 avril.	18 avril.	—	14 avril.	
Spiræa bella. Sims.	—	26 »				
» hypericifolia. L.	8 avril	8 »				
» lævigata. L.	—	—	15 avril.			
Staphylea pinnata. L.	13 avril.	26 avril.	—	—	15 avril.	
Syringa persica. L.	7 »	18 »	—	—	2 »	17 avril.
» rothomagensis. Hort.	—	—	—	—	2 »	16 »
» vulgaris. L.	10 avril.	13 avril.	13 avril.	10 avril.	2 »	15 »
Tilia americana. L	—	—	18 »			
» europæa. L.	13 avril.	18 avril.	—	19 avril.	—	18 avril.
» parvifolia. Hoffm.	—	22 »				
» platyphylla. Vent.	15 avril.	—	—	—	5 avril.	
Ulmus campestris. L.	15 »	28 avril.	22 avril.	—	29 »	24 avril.
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	16 »	
Viburnum Lantana. L.	—	17 avril.	—	—	2 »	
» Opulus. L. (*fl. simpl.*).	15 avril.	20 »	—	—	10 »	
» » L. (*fl. plen.*).	—	—	—	—	10 »	
Vitex incisus. L.	—	—	—	—	14 mai.	
Vitis vinifera. L.	19 avril.	8 mai.	27 avril.	9 avril.	4 »	25 avril.

DOLHAIN. — Époque de la feuillaison de *Acer Pseudo-Platanus* : 28 avril.
Id. de *Æsculus hippocastanum* : 21 id.

(HUSSON.)

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1855.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	DOLHAIN.
Acer campestre. L.	—	—	—	—	16 mai.		
» Pseudoplatanus. L.	—	—	22 avril.	--	10 »		
Achillea millefolium. L.	—	30 juin.	—	29 juin.	2 juin.	10 juin.	2 juin.
Aconitum napellus. L.	26 mai.	8 juill.	—	1 juill.	16 mai.	14 mai.	25 mai.
Æsculus Hyppocastanum. L.	27 avril.	27 avril.	4 mai.	13 mai.	9 »	27 avril.	28 avril.
» macrostachys. Mich.	—	20 juill.					
» Pavia. L.	—	7 mai.	—	—	12 mai.	—	1 mai.
Ajuga reptans. L.	—	20 avril.	—	—	7 »	1 mai.	10 »
Alcea rosea. L.	—	2 juill.	—	—	—	4 juill.	
Alisma Plantago. L.	—	5 »	20 juin.	27 juin.	25 juin.	5 »	
Allium ursinum. L.	—	—	—	—	8 mai.	—	18 mai.
Alnus glutinosa. L.	—	—	—	—	6 avril.	8 avril.	
Althæa officinalis. L.	—	22 juill.	—	—	1 juill.		
Amygdalus communis. L.	—	8 avril.					
» Persica. L. (β *mod.*).	11 avril.	22 »	17 avril.	28 mars.	—	9 mars.	
Anchusa sempervirens. L.	—	20 »	—	—	—	2 mai.	
Anemone Hepatica. L.	10 avril.	5 »	14 mars.	2 fév.	—	28 mars.	2 avril.
» nemorosa. L.	—	7 »	15 avril.	—	6 avril.	—	8 »
Antirrhinum majus L.	30 mai.	—	—	17 mai.	20 mai.	26 mai.	30 mai.
Arabis caucasica. Willd.	3 avril.	18 mars.	—	—	6 avril.		
Aristolochia Clematites. L.	—	18 mai.	8 juin.				
» Sipho. Herit.	—	—	17 mai.	—	4 mai.		
Arum maculatum. L.	—	18 avril.	—	—	15 avril.	—	12 mai.
Asarum europæum. L.	—	15 »					
Asclepias Vincetoxicum. L.	—	8 mai.	—	—	8 mai.		
Asperula odorata. L.	—	24 avril.	—	—	8 »	4 mai.	1 mai.
Astrantia major. L.	—	27 mai.	23 mai.	—	15 »	26 »	
Atropa Belladona. L.	—	15 juin.	—	10 juin.	20 »		
Azalea pontica. L.	—	1 mai.	5 mai.				
Bellis perennis. L.	5 avril.	10 avril.	—	20 mars.	1 avril.	12 avril.	4 avril.
Berberis vulgaris. L.	1 mai.	3 mai.	8 mai.	—	10 mai.	—	10 mai.
Betula alba. L.	—	8 avril.	—	14 avril.	2 »	16 avril.	15 »
Bignonia Catalpa. L.	18 juin.	2 juin.	—	23 juin.			
» radicans. L.	1 juill.	—	—	—	1 juill.		
Bryonia dioica. Jacq.	—	—	—	—	20 mai.	16 mai.	15 mai.
Buphtalmum cordifolium. L.	21 juin.	10 juin.					
Buxus sempervirens. L.	18 avril.	6 avril.	—	—	12 avril.		
Campanula persicifolia. L.	27 mai.	27 juin.	3 juin.	—	—	1 juin.	1 juin.
Cardamine pratensis. L.	—	—	—	20 mars.	12 avril.		
Carduus marianus. L.	—	13 juill.	—	—	4 juill.		
Centaurea Cyanus. L.	—	28 mai.	26 mai.	29 mai.	—	21 mai.	22 mai.

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	DOLHAIN.
Cercis Siliquastrum. L.	—	2 mai.	5 mai.	—	4 mai.		
Cheiranthus Cheiri. L.	18 avril.	20 avril.	—	—	1 avril.	18 avril.	18 avril.
Chelidonium majus. L.	—	2 mai.	2 mai.	—	10 »	25 »	1 mai.
Chrysanthemum Leucanth. L.	—	1 juill.	13 »	—	15 mai.	20 mai.	10 »
Chrysocoma Linosyris. L.	—	21 »	—	—	12 août.		
Colchicum album. L.	—	1 sept.					
» autumnale. L.	—	27 août.	17 août.	8 sept.	23 août.		
Colutea arborescens. L.	—	28 mai.	—	—	10 mai.	16 mai.	
Convallaria majalis. L.	—	2 »	5 mai.	—	10 »	6 »	2 mai.
Convolvulus arvensis. L.	—	—	—	—	24 »	6 juin.	15 »
» sepium. L.	—	—	2 juin.	—	4 juin.	25 mai.	
Corchorus japonicus. L.	21 avril.	20 avril.	—	—	4 avril.	22 avril.	23 avril.
Cornus Mascula. L.	1 »	10 mars.	18 mars.	—	8 »	10 »	10 »
» sanguinea. L.	—	12 mai.	—	—	15 mai.	17 mai.	25 mai.
Corydalis digitata. L.	—	—	—	—	6 avril.	7 avril.	3 avril.
Corylus Avellana. L.	—	1 mars.	—	—	27 fév.	4 mars	
Cratægus coccinea. L.	4 mai.	4 mai.	—	—	6 mai.		
» Oxyacantha. L.	1 »	4 »	6 mai.	—	—	30 avril.	3 mai.
Crocus mœsiacus. Sims.	—	—	—	—	18 mars.		
» vernus. Sw.	28 mars.	28 mars.	2 mars.	3 mars.	28 »	2 avril.	
Cynoglossum Omphalodes. L.	—	—	—	—	—	8 »	
Cytisus Laburnum. L.	—	1 mai.	10 mai.	—	4 mai.	8 mai.	6 mai.
Daphne Laureola. L.	—	4 avril.	—	—	18 mars		
» Mezereum. L.	3 avril.	20 mars	—	20 mai.	5 fév.	5 mars.	
Delphinium Ajacis. L.	2 juin.	2 juin.	—	—	—	—	2 juin.
Dianthus caryophyllus. L.	12 »	22 »					
Dictamnus albus. L.	25 mai.	—	23 mai.	—	8 mai.	15 mai.	
Digitalis purpurea. L.	25 »	2 juin.	26 »	20 mai.	2 juin.	—	23 mai.
Dodecatheon Meadia. L.	—	—	28 avril.				
Echinops sphærocephalus. L.	—	4 juill.	—	—	2 juill.		
Epilobium spicatum. Lam.	—	—	—	—	24 juin.		
Equisetum arvense L.	—	—	—	—	10 avril.	20 avril.	
Erica vulgaris L.	—	10 août.	—	—	18 juill.	4 juill.	
Erythronium dens-canis. L.	—	8 avril.					
Escholtzia californica. L.	—	—	—	—	—	27 mai.	1 juin.
Evonymus europæus. L.	11 mai.	—	26 mai.	—	20 mai.	—	20 mai.
Fragaria Potentilla. L.	—	—	—	—	—	—	2 avril.
» vesca. L. (β *Hortens.*)	19 avril.	5 avril.	—	19 avril.	—	20 avril.	1 mai.
Fraxinus excelsior. L.	—	—	—	—	1 mai.	18 »	
Fritillaria imperialis. L.	—	6 avril.	19 avril.	4 avril.	12 avril.	18 »	16 avril.
Galanthus nivalis. L.	27 fév.	1 »	12 mai.	9 fév.	20 fév.	3 mars.	

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	DOLHAIN.
Gentiana cruciata. L.	—	—	10 juin.				
Geranium pratense L.	7 mai.	—	—	—	16 mai.	—	20 mai.
» sanguineum. L.	18 »	—	—	—	18 »		
Gladiolus communis. L.	6 juin.	10 juin.	26 mai.				
Glechoma hederacea. L.	—	—	16 avril.	—	1 mai.	17 avril.	20 avril.
Glycine sinensis. L.	—	—	10 mai.	—	2 »	24 »	
Hedysarum Onobrychis. L.	—	—	—	—	8 »	—	14 mai.
Helleborus fœtidus. L.	—	—	28 fév.	—	18 mars.		
» hiemalis. L.	—	—	2 mars.	15 fév.	5 fév.	24 fév.	
» niger. L.	29 janv.	—	—	—	25 janv.	29 janv.	
» viridis. L.	—	—	—	—	18 mars.		
Hemerocallis cœrulea. Andr.	9 juin.	8 juill.	—	—	5 juill.		
» flava. L.	26 mai.	6 juin.	25 mai.	—	—	19 mai.	25 mai.
» fulva. L.	12 juin.	6 »	5 juin.	—	1 juin.	19 juin.	4 juin.
Hibiscus syriacus. L.	—	6 juill.	25 août.				
Hieracium aurantiacum L.	—	10 »	—	—	25 mai.	23 mai.	
Hordeum hexastichum. L.	—	—	—	—	—	12 juin.	
Hyacinthus orientalis. L.	6 avril.	16 avril.	13 avril.	17 mars.	—	8 avril	
Hydrangea arborescens. L.	—	—	—	—	15 juin.		
» hortensis. Sm.	—	15 août.					
Hypericum perforatum. L.	—	6 juin.	5 juin.	—	6 juin.	—	4 juin.
Iberis sempervirens. L.	3 avril.	20 avril.	—	—	6 avril.	25 avril.	
Ilex Aquifolium. L.	—	28 »	10 mai.				
Iris germanica. L.	5 mai.	4 mai.	4 juin.	28 avril.	12 mai.	14 mai.	5 mai.
» pumila. L.	28 avril.	20 avril.	—	—	4 »	—	23 avril.
Juglans regia. L.	—	25 »	—	24 avril.	—	23 avril.	
Kalmia latifolia. L.	—	—	22 mai.				
Lamium album. L.	—	20 avril.	24 avril.	—	25 avril.	24 avril.	1 mai.
Leontodon Taraxacum. L.	18 avril.	18 »	12 »	5 avril.	4 »	21 »	20 avril.
Ligustrum vulgare. L.	—	5 juill.	2 juin.	—	1 juin.	3 juin.	
Lilium candidum. L.	—	20 »	6 »	—	8 »	18 »	4 juill.
» flavum. L.	29 mai.	—	4 »	—	10 »	—	2 »
Linum perenne. L.	—	6 juill.	—	—	—	12 juin.	10 mai.
Lonicera Periclymenum. L.	8 mai.	—	—	30 avril.	—	25 »	25 »
» Symphoricarpos. L.	16 »	—	—	—	20 mai.	15 mai.	
» tatarica. L.	10 »	—	—	—	10 avril.		
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	4 mai.		
Lychnis chalcedonica. L.	15 juin.	12 juin.	5 juin.	—	3 juin.	1 juill	4 juin.
Lysimachia nemorum. L.	—	4 mai.	3 »	—	—	18 mai.	
Lythrum Salicaria. L.	—	—	—	—	2 juin.	19 »	
Magnolia tripetala. L.	—	14 avril.	18 avril.				
» Yulan. L.	—	—	18 »				

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	DOLHAIN.
Malva sylvestris. L.	1 juin.	—	2 juill.	20 juin	20 mai.	26 mai.	1 juin.
Melissa officinalis. L.	—	—	—	—	2 juill.	6 juill.	
Mentha piperita. L.	—	—	—	—	2 »		
Mespilus germanica. L.	—	—	—	—	10 mai.	9 mai.	16 mai.
Mitella grandiflora. Pursh.	—	20 avril.					
Morus nigra. L.	—	—	—	—	20 mai.		
Muscari botryoides. L.	7 avril.	—	—	—	10 avril.		
Narcissus Jonquilla. L.	4 mai.	—	2 mai.	—	—	—	18 mai.
» poeticus. L.	23 avril.	24 avril.	10 »	—	1 mai.	25 avril.	30 avril
» Pseudo-Narcissus. L.	5 »	10 »	7 avril.	—	—	10 »	12 »
Ornithogalum umbellatum. L.	2 mai.	—	15 mai.	—	2 mai.	5 mai.	15 mai.
Orobus vernus. L.	—	10 avril.	18 avril.	10 mars.	—	20 avril.	12 avril.
Oxalis Acetosella. L.	—	—	—	—	6 avril.	17 »	
» stricta. L.	—	—	—	—	1 juin.		
Papaver bracteatum. L.	—	10 »	18 mai.				
» orientale. L.	—	16 »	22 »	—	25 mai.		
» Rhœas. L.	10 juin.	—	18 »	—	22 »	16 mai.	26 mai.
Paris quadrifolia. L.	—	—	—	—	—	—	30 avril.
Philadelphus coronarius. L.	9 mai.	16 mai.	20 mai.	—	16 mai.	24 mai.	24 mai.
Phlox verna. L.	—	—	28 »	—	—	—	26 »
Physalis Alkekengi. L.	—	18 mai.					
Plantago major. L.	—	—	—	—	16 mai.		
Pœonia officinalis. L.	15 mai.	8 mai.	—	—	—	12 mai.	10 mai.
Polemonium cœruleum. L.	—	—	10 mai.	—	1 juin.	—	20 »
Polygonum Bistorta. L.	—	20 mai.	10 »	—	—	—	13 mai.
Populus alba. L.	—	—	21 avril.	—	—	—	28 mars.
» fastigiata. Poir.	—	—	11 »				
Primula elatior. L.	—	—	—	—	6 avril.	14 avril.	
» veris. L.	—	18 avril.	—	20 fév.			
Prunus armeniaca. (β *abric.*).	—	—	12 avril.	10 avril.	30 mars.	3 avril.	
» Cerasus. (β *bigarr. n.*).	—	15 avril.	24 »	—	9 avril.	19 »	23 avril.
» domestica. (β *g. dam. v.*).	—	20 »	19 »	—	9 »	18 »	
» Padus. L.	—	25 »	17 »	—	—	—	23 avril.
» spinosa. L.	—	—	18 »	—	6 avril.	18 avril.	20 »
Ptelea trifoliata. L.	—	—	25 mai.				
Pulmonaria officinalis. L.	—	—	—	12 mars.	1 avril.	—	30 avril.
» virginica. L.	—	—	27 avril.				
Pyrus communis. (β *berg.*).	19 avril.	—	25 »	28 mars.	24 avril.	19 avril.	24 avril.
» Cydonia. L.	—	10 mai.	12 mai.	—	—	28 »	
» japonica. L.	20 avril.	21 avril.	16 avril.	18 mars.	15 avril.	20 »	
» Malus. L. (β *calv. d'été.*)	21 avril.	—	25 »	—	—	27 »	30 avril.
» spectabilis. Ait.	—	—	27 avril.				

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1863.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	DOLHAIN.
Ranunculus acris. L. (*fl. simple*)	—	—	—	29 avril.	—	28 avril.	30 avril.
» » (*fl. plein.*)	1 mai.	—	10 mai.	—	10 mai.		
» aquatilis. L.	—	—	—	18 mars.			
» Ficaria. L.	—	8 avril.	—	27 avril.	7 avril.	20 avril.	
Rhamnus Frangula. L.	—	—	—	—	14 mai.	29 mai.	28 mai.
Rheum undulatum. L.	—	4 mai.	4 mai.	—	—	8 »	10 »
Rhododendron ponticum. L.	—	10 »	8 »				
Rhus Cotinus. L.	—	1 juin.	20 »				
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	12 avril.		
» Grossularia. L. (*Fr. vir.*)	15 avril.	—	22 avril.	15 avril.	12 »	15 avril.	
» nigrum. L.	—	—	22 »	—	—	25 »	
» rubrum. L.	13 avril.	—	18 »	11 avril	12 avril.	16 »	
Robinia Pseudo-Acacia. L.	14 mai.	6 juin.	23 mai.	—	12 mai.	20 mai.	18 mai.
Rosa centifolia. L.	25 »	—	—	10 mai.	26 »	26 »	28 »
» gallica. L.	25 »	—	—	2 juin.	26 »	—	26 »
Rubus idæus. L.	3 »	—	—	—	—	12 mai.	22 »
Ruta graveolens. L.	—	10 juin.	—	—	3 juin.	29 »	
Salix babylonica. L.	—	—	23 avril.				
» capræa. L.	—	—	8 »	—	8 avril.		
Salvia officinalis. L.	—	6 juill.	—	—	4 juin.	22 mai.	26 mai.
Sambucus Ebulus. L.	—	—	—	—	—	—	26 »
» nigra. L.	18 mai.	18 mai.	25 mai.	—	22 mai.	21 mai.	
» racemosa. L.	15 »	16 avril.	—	—	1 »		
Sanguinaria canadensis. L.	—	—	13 avril.				
Satureia montana. L.	—	—	—	—	1 juill.		
Saxifraga crassifolia. L.	21 avril.	16 avril.	25 avril.	—	4 avril.		
Scabiosa arvensis. L.	—	—	—	—	14 mai.	25 mai.	25 mai.
Scrophularia nodosa. L.	—	—	—	—	25 »	20 »	26 »
Secale cereale. L. (β *hyb.*)	—	—	20 mai.	—	—	18 »	25 »
Sedum acre. L.	28 mai.	—	8 juin.	—	26 mai.	29 »	29 »
» album. L.	21 »	—	11 »	—	16 juin.		
Solanum Dulcamara. L.	—	—	10 mai.	—	24 mai.	9 juin.	28 mai.
Sorbus Aucuparia. L.	—	2 mai	—	—	10 »		
Spartium scoparium. L.	—	—	—	—	2 »	3 mai.	
Spiræa Filipendula. L.	27 mai.	—	2 juin.	—	1 juin.	30 »	
» hypericifolia. L.	4 »	1 mai.	—				
» lævigata. L.	—	28 avril.	20 avril.				
Staphylea pinnata. L.	16 mai.	—	—	—	2 mai.	—	15 mai.
Statice Armeria. L.	—	6 mai.	—	—	24 avril.	6 mai.	29 »
» Limonium. L.	—	—	18 juin.				
Symphytum officinale. L.	1 mai.	7 juin.	10 mai.	—	18 mai.	8 mai.	
Syringa persica. L.	—	1 mai.	—	—	1 »	26 avril.	1 mai.
» vulgaris. L.	—	28 avril.	2 mai.	20 avril.	1 »	2 mai.	30 avril.

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	DOLHAIN.
Taxus baccata. L.	—	—	—	—	—	16 avril.	
Thymus Serpillum. L.	—	—	—	—	1 juin.		
Tiarella cordifolia. L.	—	28 avril.	—	—	10 avril.		
Tilia platyphylla. Vent.	27 mai.	—	—	—	2 juin.		
Tradescantia virginica. L.	18 »	—	12 juin.	—	10 mai.	23 mai.	
Trifolium pratense L.	—	—	—	—	10 »	30 avril.	10 mai.
Triticum sativum. L. (β *hyber.*).	—	—	—	—	—	10 juin.	2 juin.
Tulipa Gesneriana. L.	18 avril.	8 mai.	—	—	20 avril.	28 avril.	
Tussilago fragrans. L.	—	—	—	26 mars.			
Ulmus campestris. L.	—	—	23 mars.	—	12 avril.	10 avril	
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	20 »	2 mai.	24 avril.
Valeriana rubra. L.	—	3 juin.	—	—	14 mai	—	23 mai.
Veratrum nigrum. L.	—	3 »					
Verbena officinalis. L.	—	—	—	—	1 juin.		
Veronica gentianoides. L.	15 mai.	—	10 mai.	—	4 mai.		
» spicata. L.	20 juin.	—	—	—	1 juin.	28 juin	16 mai.
» Teucrium.	15 mai.						
Viburnum Lantana. L.	—	7 mai.	—	—	25 avril.		
» Opulus. L. (*fl. simple*)	6 mai.	—	8 mai.	—	4 mai.	—	17 mai.
» » (*fl. plein.*).	6 »	—	—	—	4 »		
Vinca minor. L.	12 avril.	17 avril.	—	—	—	15 avril.	
Viola odorata. L.	5 »	—	28 mars.	2 avril.	1 avril.	5 »	12 avril.
Vitis vinifera. L.	27 mai.	—	—	—	—	1 juin.	10 juin.
Waldsteinia geoides. Kit.	16 avril.	10 avril.	—	—	6 avril.		

NOMS DES PLANTES. (*Fructification*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	GEMBLOUX.	DOLHAIN.
Acer Pseudo-Platanus. L.	—	30 août.				
Achillea Millefolium. L.	—	16 »	12 juill.			
Aconitum Napellus. L.	—	20 »				
Æsculus Hippocastanum. L.	—	14 oct.	24 sept.	20 sept.		
Ajuga reptans. L.	—	18 juin.				
Alcea rosea. L.	—	3 août.				
Amygdalus Persica. L.	—	—	20 sept.			
Antirrhinum majus. L.	—	30 juin.				
Astrantia major. L.	—	3 août.				
Avena sativa. L.	—	—	12 juill.			
Berberis vulgaris. L.	—	1 sept.	2 sept.			
Betula alba. L.	—	15 juill.				

NOMS DES PLANTES. (*Fructification*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-LEZ-Gand.	OSTENDE.	DOLHAIN.	GEMBLOUX.
Campanula persicifolia. L.	—	3 août.				
Chelidonium majus. L.	—	4 juin.	—	—	6 juill.	
Colutea arborescens. L.	—	—	—	—	15 »	
Cornus Mascula. L.	—	20 août.				
Corylus Avellana. L.	—	16 »	12 sept.			
Cratægus Oxyacantha. L.	—	22 sept.	1 »			
Cytisus Laburnum. L.	—	10 »				
Daphne Mezereum. L.	—	—	—	18 juin.		
Fagus sylvatica. L.	—	6 oct.				
Fragaria vesca. L. (β *Hortens.*).	30 mai.	—	—	—	20 mai.	26 mai.
Gladiolus communis. L.	—	8 août.				
Hordeum hexastichum. L.	—	—	20 juill.	—	15 juill.	
Hypericum perforatum. L.	—	23 août.				
Juglans regia. L.	—	26 »	20 sept.	28 août.		
Ligustrum vulgare. L.	—	20 sept.	7 »			
Linum perenne. L.	—	—	—	—	28 juill.	
Malva sylvestris. L.	—	25 juill.				
Mespilus germanica L.	—	—	25 oct.			
Morus nigra. L.	—	25 août.	1 août.			
Orobus vernus. L.	—	17 juill.				
Papaver orientale. L.	—	10 »				
Philadelphus coronarius. L.	—	4 sept.				
Physalis Alkekengi. L.	—	—	25 sept.	—		
Plantago major. L.	—	30 août.	30 août.		31 juill.	
Prunus armeniaca. L.	—	—	5 »			
» Cerasus. L. (β *bigarr. n.*)	12 juin.	—	28 juin.	—	4 juin.	4 juin.
Ribes Grossularia. Willd.	—	—	3 juill.	6 juin.	1 juill.	
» nigrum. L.	—	—	18 juin.	29 »	20 juin.	14 juin.
» rubrum. L.	28 mai.	—	15 »	—	18 »	13 »
Robinia Pseudo-Acacia. L.	—	—	18 juill.			
Rubus Idæus. L.	5 juin.	18 août.	29 »	30 juin.	16 juin.	
Salvia officinalis. L.	—	6 »				
Sambucus nigra. L.	—	1 sept.	26 août.			
Secale cereale. L.	—	—	—	—	3 juill.	
Sorbus Aucuparia. L.	—	15 sept.				
Syringa vulgaris. L.	—	12 »				
Triticum sativum. L.	—	—	—	—	20 juill.	
Ulmus campestris. L.	—	—	—	—	6 mai.	
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	8 juin.	
Viola odorata. L.	—	8 juin.	—	—	7 »	
Vitis vinifera. L	—	—	5 sept.	29 août.		

REMARQUE. — Un assez grand nombre d'espèces ont montré cette année une seconde floraison à Gendbrugge-lez-Gand, et même, ce qui est plus rare, une seconde fructification. Nous avons constaté ce dernier phénomène à la fin de novembre et vers le milieu de décembre, pour le *Pyrus malus* (β *court-pendu*), sur plus de vingt arbres, pour l'*Amygdalus persica* et le *Prunus cerasus*.

(E. RODIGAS.)

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Acer campestre. L.	—	20 nov.	9 nov.	—	10 nov.
» Pseudo-Platanus. L.	25 oct.	3 »	7 »	—	6 »
Æsculus Hippocastanum. L.	23 »	15 »	30 oct.	30 nov.	15 oct.
» lutea. Pers.	—	—	—	—	20 sept.
» Pavia. L.	—	—	—	—	12 oct.
Amygdalus communis. L.	—	20 nov.			
» Persica. L. (3 *mad.*).	6 nov.	20 »	13 nov.	10 nov.	6 nov.
Aristolochia Sipho. L.	—	—	—	—	20 sept.
Berberis vulgaris. L.	14 nov.	23 nov.	21 nov.	—	10 nov.
Betula alba. L.	23 oct.	14 »	18 oct.	2 nov.	10 »
» Alnus. L.	—	—	—	—	10 »
Bignonia Catalpa. L.	25 oct.	20 nov.	—	15 nov.	
» radicans. L.	—	—	—	—	20 oct.
Carpinus Betulus L.	—	10 nov.	24 nov.	—	10 nov.
Cercis Siliquastrum. L.	—	—	—	—	10 »
Colutea arborescens. L.	—	—	—	—	8 »
Corchorus japonicus. L.	—	—	20 nov.	—	12 »
Cornus Mascula. L.	15 nov.	—	27 »	—	12 »
» sanguinea. L.	—	—	—	—	15 »
Corylus Avellana. L.	2 nov.	10 nov.	9 nov.	—	8 »
Cratægus Oxyacantha. L.	12 »	6 »	10 »	19 oct.	14 »
Cytisus Laburnum. L.	23 oct.	—	18 »	—	10 »
Daphne Mezereum. L.	—	—	—	—	25 oct.
Evonymus europæus. L.	—	14 nov.	20 nov.	—	10 nov.
» latifolius. Mill.	—	—	—	—	10 »
Fagus Castanea. L.	—	—	—	—	10 »
» sylvatica L.	—	30 nov.	22 nov.	—	12 »
Fraxinus excelsior. L.	—	28 »	—	—	12 »
Gingko biloba. L.	—	—	—	—	1 »
Gleditschia Triacanthos. L.	—	—	25 oct.		
Glycine sinensis. L.	16 nov.	6 déc.	18 oct.	–	18 nov.
Gymnocladus canadensis. Lam.	—	—	—	—	10 oct.
Hippophäe rhamnoides. L.	—	—	—	—	20 »
Hydrangea arborescens. L.	—	—	—	—	10 nov.
Juglans regia. L.	12 nov.	7 nov.	20 oct.	—	2 »
Ligustrum vulgare. L.	—	—	—	—	12 »
Liriodendron tulipifera. L.	—	15 nov.	28 oct.		
Lonicera Periclymenum. L.	—	—	—	—	1 nov.
» Symphoricarpos. L.	4 nov.	—	15 nov.	—	12 »
» tatarica. L.	—	—	—	—	10 oct.
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	18 nov.
Mespilus germanica. L.	1 nov.	—	17 nov.	—	10 »
Morus nigra. L.	16 »	2 déc.	—	—	12 nov.

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1865.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Philadelphus coronarius. L.	1 nov.	7 nov.	11 nov.	—	20 oct.
Pinus Larix. L.	—	—	—	—	8 nov.
Platanus occidentalis. L.	—	30 oct.	20 nov.		
Populus alba. L.	25 oct.	6 nov.	10 »		
» fastigiata. Poir	4 nov.	20 »	11 »	—	12 nov.
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*)	—	—	27 »	—	12 »
» Cerasus. L. (*big. noir.*)	4 nov.	—	12 »	—	10 »
» domestica L. (β *gr. dam. v.*)	4 »	—	20 oct.	—	22 oct.
» Padus. L.	—	28 oct.	20 »		
Pyrus communis. L. (β *bergam.*)	10 nov.	7 nov.	5 nov.	8 nov.	10 nov.
» japonica. L.	6 »	12 »	9 »	—	15 oct.
» Malus L. (β *calville d'été*)	5 »	7 »	23 »	—	10 nov.
Quercus pedunculata. Wild.	—	—	—	—	18 »
» sessiliflora. Sm.	—	17 nov.	—	—	18 »
Rhamnus catharticus. L.	—	—	—	—	8 »
» Frangula L.	—	—	—	—	8 »
Rhus typhina. L.	—	7 oct.	10 nov.		
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	12 nov.
» Grossularia. L.	27 oct.	7 nov.	—	—	10 »
» nigrum. L.	—	7 »	10 nov.		
» rubrum. L.	27 oct.	7 »	28 sept.	15 nov.	10 nov.
Robinia Pseudo-Acacia L.	26 »	24 oct.	14 nov.	—	12 »
Rosa centifolia L.	3 nov.	12 déc.	—	20 nov.	20 »
» gallica. L.	—	—	—	20 »	20 »
Rubus Idæus. L.	20 oct.	20 nov.	29 nov.		
Salix alba. L.	20 »	—	12 »	15 nov.	
» babylonica. L.	—	28 nov.			
Sambucus nigra. L.	25 oct.	20 »	27 nov.	6 nov.	25 oct.
Sorbus Aucuparia. L.	—	26 »	22 oct.	—	4 nov.
Spiræa hypericifolia. L.	—	25 »			
Staphylea pinnata. L.	—	20 »	—	—	20 oct.
Syringa persica. L.	28 oct.	14 »	20 nov.	—	12 nov.
» rothomagensis. L.	—	—	—	—	12 »
» vulgaris. L.	28 oct.	14 nov.	8 nov.	10 nov.	12 »
Tilia parvifolia. Hoffm.	25 »	25 »			
» platyphylla. Vent.	28 »	—	—	—	15 oct.
Ulmus campestris. L.	25 »	22 nov.	15 nov.	—	6 nov.
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	6 »
Viburnum Lantana. L.	—	—	—	—	20 »
» Opulus. L. (*fl. simple.*)	—	22 nov.	11 nov.	—	8 »
» » (*fl. plein.*)	—	—	—	—	8 »
Vitex incisus. L.	—	—	—	—	1 oct.
Vitis vinifera L. (β *chass.-doré.*)	16 nov.	—	29 oct.	6 nov.	1 nov.

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS.

RÈGNE ANIMAL.

Observations faites dans les environs de Bruxelles, pendant l'année 1865,
par MM. J.-B. Vincent et fils.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier	29.	*Alauda arvensis.* Revient.
Février	25.	*Fringilla cœlebs.* Chante.
Mars	10.	*Motacilla alba.* Arrive.
	11.	*Regulus ignicapillus.* Repasse.
	12.	*Astur nisus.* Repasse.
	15.	*Vanellus cristatus.* Repasse.
	15.	*Buteo communis.* Repasse.
	25.	*Turdus musicus.* Repasse.
	25.	*Gallinula gallinago.* Repasse.
	26.	*Alauda arborea.* Repasse.
Avril	3.	*Ruticilla tithys.* Arrive.
	4.	*Oriolus galbula.* Arrive.
	5.	*Hirundo rustica.* Arrive.
	8.	*Anthus arboreus.* Arrive.
	8.	*Motacilla flava.* Arrive.
	9.	*Hirundo riparia.* Arrive.
	9.	*Sylvia rufa.* Arrive.
Avril	13.	*Ruticilla luscinia* Arrive.
	13.	*Sylvia curuca.* Arrive.
	14.	*Emberiza hortulana.* Arrive.
	14.	*Hirundo urbica.* Arrive.
	15.	*Ruticilla phœnicurus.* Arrive.
	17.	*Yunx torquilla.* Arrive.
	17.	*Saxicola rubetra.* Arrive.
	19.	*Sylvia cinerea.* Arrive.
	22.	*Cuculus canorus.* Arrive.
	22.	*Sylvia sibilatrix.* Arrive.
	22.	*Sylvia hortensis.* Arrive.
	29.	*Cypselus apus.* Arrive.
Mai	2.	*Calamoherpe arundinacea.* Arrive.
	3.	*Muscicapa grisola.* Arrive.
	4.	*Calamoherpe turdoïdes.* Arrive.
	10.	*Hypolaïs icterina.* Arrive.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 20. *Cypselus apus*. Départ général.
24. *Totanus hypoleucos*. Première arrivée.
24. *Sterna caspia*. Sur l'étang de Saint-Josse-ten-Noode.
Août 11. *Motacilla flava*. Départ.
11. *Anthus arboreus*. Départ.
13. *Saxicola œnanthe*. Passe.
Septembre 21. *Anthus pratensis*. Départ.
24. *Alauda arvensis*. Départ.
Septembre 25. *Turdus musicus*. Passe.
Octobre 7. *Alauda arborea*. Passe.
7. *Fringilla cœlebs*. Départ.
11. *Fringilla cannabina*. Départ.
11. *Fringilla montifringilla*. Passe.
19. *Corvus corone*. Émigre.
19. *Astur nisus*. Passe.
Novembre 1. *Hirundo urbica*. Dernier passage.

INSECTES.

Avril. 4. *Colias rhamni*. Vole.
16. *Pieris napi*. Vole.
17. *Melolontha vulgaris*. Vole.
Avril 23. *Pieris cardamines*. Vole.
23. *Papilio machaon*. Vole.
Août 11. *Aphis populi*. Vole.

Observations faites à Melle, près de Gand, en 1865, par M. le professeur Bernardin.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier 29. *Fringilla domestica*. S'apparie.
Février 3. *Accentor modularis*. Chante.
6. *Fringilla cœlebs*. Chante.
10 *Turdus pilaris*. Passe.
10 *Turdus viscivorus*. Passe.
10. *Larus ridibundus*. Passe.
Mars 3. *Larus ridibundus*. Passe.
21. *Vanellus cristatus*. Passe.
21. *Numenius arquata*. Passe.
22. *Corvus cornix*. Vu une dernière fois.
22. *Corvus corone*. Vu une dernière fois.
30. *Larus ridibundus*. Séjourne.
Avril 2. *Alauda arvensis*. Chante.
5. *Ciconia alba*. Passe.
Avril 5. *Hirundo rustica*. Arrive.
6. *Emberiza citrinella*. Chante.
12. *Sylvia garrula*. Arrive.
16. *Sylvia luscinia*. Arrive.
16. *Sylvia atricapilla*. Arrive.
17. *Cuculus canorus*. Arrive.
18. *Turdus torquatus*. Séjourne quelques jours.
21. *Cypselus apus*. Arrive.
23. *Oriolus galbula*. Chante.
Mai 13. *Oriolus galbula*. 2me chant.
21. *Crex pratensis*. Arrive.
22. *Sylvia luscinia*. Les petits volent.
22. *Sylvia atricapilla*. Les petits volent.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 4. *Oriolus galbula*. 3me chant.
Août 7. *Ardea cinerea*. Passe.
7. *Cypselus apus*. Part.
9. *Hirundo rustica*. S'assemble.
17. *Hirundo rustica*. Encore des œufs.
18. *Hirundo urbica*. S'assemble.
20. *Hirundo rustica*. Œufs éclos.
Septembre 8 et 9. *Hirundo rustica*. Départ (les petits du 20 août sont partis).
Septembre 18 au 20. *Hirundo rustica*. Départs divers.
Octobre 11. *Hirundo rustica*. Vu encore deux.
12. *Corvus corone*. Arrive.
13. *Corvus cornix*. Arrive.
23. Vu encore quelques hirondelles.
25. *Fringilla spinus*. Arrive.
Décembre 20 au 30. *Columba palumbus*. Séjourne en quantité.

MAMMIFÈRES.

Avril 4. *Vespertilio pipistrellus*. Réveil.
Novembre 22. — — Vole encore.

REPTILES.

Février 4. *Rana temporaria*. Réveil.

POISSONS.

Mars 2. *Cyprinus auratus*. A la surface.
Avril 9. — — Fraient.

INSECTES.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Avril 4. *Colias rhamni*. Vole.
5. *Vanessa urticæ*. Vole.
8. *Gyrinus natator*. Parait.
15. *Apis mellifica*. Vole.
17. *Culex pipiens*. Vole.
18. *Staphylins*.
Avril 18 au 25. *Satyrus ægeria*. Commun.
22. *Melolontha vulgaris*. Vole.
23. *Agrion minium*. Vole
Juin 9 et 10. *Staphylins*.
21 et 22. *Staphylins*.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 4. ***Papilio machaon.*** Vole.
14. ***Staphylins.***
Août 25 au 10 septembre. ***Apis mellifica.*** Attaque les poires, etc. (1).
Septembre 9. ***Aphis populi,*** venant de l'Ouest (2).
24. ***Vanessa atalanta.*** Vole.
25. ***Vanessa Io.*** Vole.
29. ***Satyrus œgeria.*** Vole.
Septembre 29. ***Vanessa atalanta.*** Vole.
Octobre 3. ***Sphinx atropos.*** Sort de chrysalide.
8. ***Aphis*** divers. Passent.
15. ***Aphis persicæ?*** Vole.
15, 16 et 22. ***Melolontha vulgaris.*** Vole le soir?
Novembre 2. ***Vanessa urticæ.*** Vole.

Remarque. — Le *Martinet* (***Cypselus apus***) est arrivé le 21 avril; je l'ai vu à Melle et à Gand.

Observations faites à Ostende, en 1865, par M. Édouard Landszweert, pharmacien.

MAMMIFÈRES.

Janvier 10. ***Talpa Europæa.*** Apparaît.
Mars 17. ***Vespertilio pipistrellus.*** Réveil.
20. ***Vespertilio Barbastellus.*** Attrapé un individu.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier 2 au 4. ***Anser segetum.*** Passe par bandes du NE. au SO.
Février 10. ***Anas boschas*** et ***Fuligula nigra.*** En grande quantité.
Février 13. ***Cygnus musicus.*** Passe de l'O. à l'E.
13. ***Anas tadorna.*** Passe.
26. ***Fuligula nigra.*** Grand passage.

(1) Observations faites à Melle, Tirlemont, etc.; le même fait a été remarqué dans diverses localités de l'Angleterre; là aussi, comme en Belgique, les guêpes n'ont pas paru cette année.
(2) Les *Aphis* divers ont été extrêmement abondants dans une partie du Lancashire, pendant les deux premières semaines de septembre.



Mars 13. *Vanellus cristatus*. Arrive par bandes innombrables.
13. *Anser segetum*. Des bandes vont vers le NQ.
20. *Fulica atra*. Passe.
20. *Totanus fuscus*. Passe.
26. *Numenius arquata*. Grand passage le soir.
28. *Ardea cinerea*. Vole en quantité la nuit.
Mars 30. *Sturnus vulgaris*. Arrive.
31. *Alauda arvensis*. Chante.
Avril 1. *Ruticilla phœnicurus*. Arrive.
4. *Fringilla cœlebs*. Chante.
7. *Hirundo rustica*. Vu cinq individus.
10. *Hirundo urbica*. Arrive par masse.
10. *Alauda arvensis*. Pond.
17. *Cuculus canorus*. Chante.
30. *Cypselus apus*. Arrive.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Août 18. *Charadrius pluvialis*. Arrive.
20. *Cypselus apus*. Départ.
Septembre 6. *Alcedo ispida*. Vu plusieurs.
9. *Numenius arquata*. Passe.
Octobre 5. *Anser segetum*. Passe.
9. *Numenius arquata*. Passe.
10. *Hirundo urbica*. Départ.
Octobre 17. *Anas boschas*. Passe par bandes.
Décembre 15. *Hirundo riparia*. Un individu a été pris.
28. *Hirundo rustica*. Un individu isolé a été tiré dans les dunes.
3. *Anser segetum*. Vont en masse vers l'ESE.
9 et 10. *Anser segetum*. Vont par bandes inombrables vers le SE.

INSECTES.

Avril 2. *Vanessa urbica*. Vole.
9. Les *Girins* s'accouplent.
15. *Coccinella sexpunctata*. Vole en masse.
Avril 20. *Melolontha vulgaris*. Apparait.
27. *Bibio hortulanus*. Apparait.
Juillet 3. *Melolontha fullo*. Apparait.

REPTILES.

Avril 7. *Lacerta vivipara*. Réveil.
7. *Rana temporaria*. Pond.

POISSONS.

Avril 1. *Scomber scombrus*. Apparait.
Octobre 14. *Clupea harengus*. Apparition.
Décembre 20 au 25. *Clupea sprattus*. Passe en abondance.

Observations faites à Waremme, en 1865, par MM. de Selys-Longchamps et Michel Ghaye.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Avril 4. ***Hirundo rustica***. Arrivée.
11. ***Upupa epops***. Passe.
12. ***Turdus torquatus***. Passe.
12. ***Turdus musicus***. Passe.
12. ***Ruticilla luscinia***. Arrive.

Avril 12. ***Sylvia atricapilla***. Arrive.
14. ***Cuculus canorus***. Chante.
18. ***Sylvia curruca***. Arrive.
Mai 3. ***Cypselus apus***.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Octobre 3. *Corvus cornix*. Arrive.
du 4 au 10. *Scalopax rusticola*. Grand passage.
11. *Parus ater*. Arrive.

Octobre 15. ***Grus cinerea***. Passe.
26. ***Ruticilla tithys***. Émigre.
Novembre 8. ***Anser segetum***. Passe.

NOTA. — Dans plusieurs localités on a rencontré des hannetons à la fin de septembre.

Observations faites à Dolhain, en 1865, par M. Husson, directeur de l'École moyenne de Limbourg.

Mars 23. ***Motacilla alba***. Arrive.
Avril 6. ***Muscicapa*** Arrive.
7. Vu beaucoup de petits insectes.

Avril 10. ***Hirundo rustica***. Arrive.
15. ***Ruticilla luscinia***. Arrive.
16. ***Cuculus canorus***. Arrive.

Observations faites à Gembloux, en 1865, par M. Malaise, professeur à l'Institut agricole de l'État.

Février	19.	***Fringilla domestica.*** Se recherchent.
	19.	***Troglodytes Europœus.*** Chante.
Mars	4.	***Alouettes.*** Chantent.
Avril	1.	***Vespertilio.*** Paraît.
	1.	Apparition des premiers ***Papillons.***
Avril	3.	***Hirundo.*** Arrive.
	6.	***Melolontha vulgaris.*** Paraît.
Octobre	4.	Deuxième apparition de quelques rares ***Hannetons.***

OBSERVATIONS FAITES A DES ÉPOQUES DÉTERMINÉES.

État de la végétation le 21 mars 1865.

(Pour la Feuillaison, on représente par 1, feuillage complet; 3/4, feuilles aux trois quarts de leur grandeur; 1/2, moitié grandeur; 1/4, quart de grandeur; 1/8, bourgeons ouverts ou très-petites feuilles initiales; par *bourgeons*, on entend seulement ceux qui sont à moitié ouverts, et par 0, on entend absence de feuillaison.)

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	NAMUR. — (M Bellynck.)	WAREMME. — (M. Ghaye et M. de Selys.)	MELLE. — (M. Bernardin.)
Feuillaison.						
Æsculus Hippocastanum	0	0	0	0		
» lutea	—	—	—	—	—	0
» Pavia	—	—	—	—	—	0
Alnus glutinosa	—	0	0	0		
Amygdalus Persica	0	—	0	0	—	Petits bourg.
Aristolochia Sipho	—	—	—	—	—	0
Arum italicum	—	1/4				
» maculatum	—	1/4	—	0		
Berberis vulgaris	0	0	0	0		
Betula alba	0	0	—	0	—	0
Bignonia Catalpa	—	—	—	—	—	0
» radicans	—	—	—	—	—	0
Carpinus Betulus	0	0	0	0	—	0
Colchicum autumnale	—	1/4				
» » (*var.*)	—	1/8				
Colutea arborescens	—	—	0			
Corchorus japonicus	Bourgeons.	1/8	Bourgeons.	Bourgeons.	—	Petits bourg
Cornus Mascula	0	—	0	0	—	0
» sanguinea	0	—	0	—	—	0
Corylus Avellana	0	—	0	0		
Cratægus Oxyacantha	Bourgeons.	0	0	0	—	Petits bourg.
Cydonia japonica	Id.					
Cytisus Laburnum	0	0	0	0	—	Petits bourg
Daphne Mezereum	—	0	1/8	1/8		
Evonymus europæus	—	—	—	—	—	Petits bourg
Ginkgo biloba	—	—	—	—	—	0
Gleditschia horrida	—	—	—	—	—	0
Glycine sinensis	—	—	—	—	—	0
Hydrangea hortensis	—	0	—	0	—	0
Juglans regia	—	—	—	—	—	0
Larix europæa	0	0	—	0		
Ligustrum vulgare	—	—	—	—	—	0

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE-les-Gand.	ANVERS.	GEMBLOUX.	NAMUR.	WAREMME.	MELLE.
Feuillaison (*suite*).						
Liriodendron tulipifera	—	—	—	—	—	Petits bourg.
Lonicera Periclymenum	—	1/8	1/4	Bourgeons.	1/8	Bourgeons.
» Symphoricarpos	Bourgeons.	0	Bourgeons.	0	—	Petits bourg.
» tatarica	—	1/8	—	—	—	Id.
» Xylosteum	—	0	1/8	0		
Magnolia Yulan	0					
Mespilus germanica	0	—	0	—	—	0
Philadelphus coronarius	Bourgeons.	0	0	0	—	0
Populus alba	—	—	—	0	—	0
» fastigiata	0					
Prunus armeniaca	0	—	0	0	—	Petits bourg.
» Cerasus	0	0	0	0	—	Id.
» domestica	0	—	0			
» Padus	0	1/8	—	0		
Pyrus communis	0	—	0	0	—	0
» japonica	—	—	Bourgeons.	0	—	1/8
Rhus coriaria	—	—	—	—	—	0
» Cotinus	—	—	—	—	—	0
Ribes alpinum	—	—	—	Bourgeons.		
» Grossularia	1/8	—	1/8	Id.	—	Petits bourg.
» nigrum	Bourgeons.	1/8	Bourgeons.	0	—	Id.
» rubrum	0	—	0	Bourgeons.	—	Id.
» sanguineum	Bourgeons.	—	1/8	Id.		
» Uva-crispa	—	1/8	1/8			
Rosa centifolia	0	—	0			
Salix babylonica	0	—	—	—	—	0
Sambucus nigra	1/8	1/8	Bourgeons.	Bourgeons.		
Sorbus aucuparia	0	—	—	—	—	0
Spiræa sorbifolia	0	1/4	1/8	0	1/8	
Staphylea pinnata	—	1/8	—	0		
Syringa persica	—	0	Bourgeons.	Bourgeons.		
» vulgaris	Bourgeons.	0	Id.	Id.	—	0
Tilia europæa	—	—	—	—	—	0
Ulmus campestris	Bourgeons.	—	0	—	—	0
Viburnum Lantana	0	0	—	0		
» Opulus	Bourgeons.	0	—	0	—	0
Vitis vinifera	—	—	—	—	—	0

Remarque. — En comptant pour *bourgeons* 1/16 et *petits bourgeons* 1/32, et comparant les plantes observées à Melle, le 21 mars 1865, avec les mêmes, observées le 21 mars 1864, au même lieu, je trouve :

21 mars 1864, total de la feuillaison (40 plantes). . . . 70/16
21 id. 1865, id. id. (id). . . . 9/16
RAPPORT. 70/9

(BERNARDIN.)

NOMS DES PLANTES.	Gendbrugge-lez-Gand.	Anvers.	Gembloux.	Namur.	Waremme.	Melle.
Floraison.						
Alnus glutinosa	—	—	Boutons.	0		
Anemone Hepatica	Générale.	Boutons.	Id.	0	—	Commencée.
» nemorosa	—	—	—	0		
Amygdalus communis	Boutons.					
» Persica	Id.	—	0	0	—	0
Arabis caucasica	—	—	—	0		
» deltoidea	—	—	—	0		
Atropa Mandragora	—	Fleurs gelées.				
Bellis perennis	Boutons.	—	0	0	—	0
Berberis vulgaris	—	—	—	—	—	0
Betula alba	—	Chatons.	—	0		
Buxus sempervirens	—	—	Boutons.	0	—	Commence.
Corchorus japonicus	0	—	0	0	—	0
Cornus Mascula	Générale.	Générale.	Boutons.	0	Boutons.	Petits bout.
» sanguinea	—	—	—	—	—	Id.
Corylus Avellana	Générale.	Générale.	Partielle.	Générale.	Presq. finie.	Commencée.
Crocus vernus	Id.	Id.	0	0	—	0
Daphne Laureola	—	Peu de bout.	—	Commence.		
» Mezereum	—	Boutons.	Partielle.	Générale.	Générale.	Générale.
Eranthis hyemalis	—	Générale.				
Erythronium Dens-canis	—	Id.				
Forsythia viridissima	—	Id.				
Fritillaria imperialis	—	—	—	—	—	0
Galanthus nivalis	Générale.	Boutons.	Avancée.	Générale.	Générale.	
Helleborus niger	—	Fleurs gelées.	Générale.	Id.		
» olympium	—	Id.				
» purpureum	—	Id.				
» viridis	—	Id.				
Jasminum nudicaule	—	Générale.				
Lamium purpureum	Boutons.	—	—	Commence.	—	Commencée.
Leontodon Taraxacum	0	—	Boutons.	0		
Lonicera Periclymenum	—	—	—	—	—	0
» Symphoricarpos	—	—	—	—	—	0
» tatarica	—	—	—	—	—	0
Magnolia Yulan	Boutons.	—	—	0		
Muscari botryoides	—	—	—	0		
Narcissus Pseudo-Narcissus	0	—	Boutons.	0	—	0
Orobus vernus	—	—	—	—	—	0
Populus alba	—	—	—	0		
» fastigiata	0					
Primula Auricula	—	—	—	0		

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE-les Gand.	ANVERS.	GEMBLOUX.	NAMUR.	WAREMME.	MELLE.
Floraison (*suite*).						
Primula elatior	—	—	—	0	—	0
» officinalis	—	—	—	0		
» veris	—	—	0			
Prunus armeniaca	Boutons.	—	Boutons.	0	—	Petits bout.
» Cerasus	—	—	—	—	—	Tr. pet. bout.
Pyrus communis	—	—	—	—	—	0
» japonica	Boutons.	Générale.	—	0	—	Grands bout.
Ranunculus Ficaria	—	Id.	0	0	—	0
Rhododendron dahuricum	—	Boutons.				
Ribes nigrum	—	—	—	—	—	0
» rubrum	—	—	—	—	—	0
» sanguineum	0	Bout. avanc.	Boutons.			
» Uva-crispa	—	—	—	0		
Salix capræa	Boutons.	—	Châtons.	0		
Senecio vulgaris	—	—	—	Commence.		
Sorbus aucuparia	—	—	—	—	—	0
Syringa vulgaris	—	Boutons.	—	—	—	0
Taxus baccata	—	Générale.				
Tussilago alba	—	Id.				
Ulmus campestris	—	Boutons.	—	0		
Viburnum Opulus. L. (*fl. plein.*)	—	—	—	—	—	0
Vinca minor	—	—	Boutons.	0		0
Viola odorata	Initiale.	—	0	Commence.	—	0
» tricolor	—	—	—	Id.	—	
Vitis vinifera	—	—	—	—	—	0

Remarque. — A Waremme les jours de grand froid ont eu lieu au commencement de l'hiver; mais, depuis cette époque, la température, sans être très-basse, est toutefois restée au-dessous de la moyenne et presque sans intermittences de jours tempérés, avec neige et giboulées très-fréquemment. Aussi la végétation est fort en retard sur toutes les années antérieures. Parmi les plantes qui, chaque année, donnaient des signes de végétation qui font défaut en 1865, je citerai pour la feuillaison : *Arum maculatum, Daphne Mezereum, Ribes Uva-crispa, Sambucus nigra, Salix babylonica*; et, pour la floraison : *Anemone Hepatica, Amygdalus Persica, Primula grandiflora, Ranunculus Ficaria, Populus alba* et *Salix capræa*. Ces espèces se trouvaient en végétation même en 1864, que je considérais comme une année très en retard.

(EDM. DE SELYS-LONGCHAMPS.)



État de la végétation le 21 avril 1865.

(Pour la Feuillaison voyez la note en tête du premier tableau.)

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE.	LIÉGE.	DOLHAIN.	NAMUR.	WAREMME.	MELLE.	GEMBLOUX.
Feuillaison.									
Acer platanoides	—	—	—	1/8					
Æsculus Hippocastanum	3/4	3/4	1	3/4	1/2	1/4	1/2	1/2	3/4
» lutea	—	—	—	—	—	—	—	7/8	
» Pavia	—	—	—	—	—	—	—	3/4	
Alnus glutinosa	—	1	—	1/4	1/8	0	—	—	1/2
Amygdalus Persica	—	—	1/2	—	—	1/8	—	3/4	1
Aristolochia Sipho	—	—	—	—	—	—	—	1/8	
Arum italicum	—	1							
» maculatum	—	1	—	1	1	1	3/4	—	1
Berberis vulgaris	3/4	1/2	1	1	1/8	2/3	3/4	3/4	1/2
Betula alba	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1/3	—	1/4	1/2
Bignonia Catalpa	—	—	—	—	—	—	—	Bourgeons.	
» radicans	—	—	—	—	—	—	—	Id.	
Carpinus Betulus	—	1/2	1	—	1/2	1/4	—	1/8	1/4
Cercis Siliquastrum	—	—	—	—	—	—	—	Gr. bourg.	
Colchicum autumnale	—	1							
Corchorus japonicus	1	3/4	1	1/2	1/2	1	1/2	1	1
Cornus mascula	1/2	—	1	3/4	1/8	1/4	1/4	1/4	1/8
» sauguinea	—	—	—	—	—	1/4	—	1/2	
Corylus Avellana	3/4	—	1/2	3/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/4
Cratægus Oxyacantha	1/2	3/4	1	3/4	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4
Cydonia japonica	—	—	1						
Cytisus Laburnum	1/4	1/2	1	—	1/4	1/4	1/8	3/8	
Daphne Laureola	—	—	—	1					
» Mezereum	1	3/4	—	1	1/2	1	3/4	—	1
Evonymus europæus	—	—	—	—	—	—	—	3/4	
Fagus sylvatica	—	—	—	—	—	0			
Fraxinus excelsior	—	—	—	—	—	—	1/8		
» rubra	1/8	—	—	1/4	—				
Gingko biloba	—	—	—	—	—	—	—	Gr. bourg.	
Gleditschia horrida	—	—	—	—	—	—	—	Bourg.	
Glycine sinensis	—	—	—	—	—	—	1/8	Id.	
Hydrangea hortensis	—	1/4	—	—	—	—	—	1/8	
Juglans regia	—	—	—	1/8	—	—	—	1/8	
Larix europæa	—	3/4	1	1	1/2	1/2	3/4		
Ligustrum vulgare	—	—	—	—	—	—	—	3/8	
Liriodendron tulipifera	—	—	—	—	—	—	—	1/8	
Lonicera alpigena	—	—	—	—	—	—	3/4		
» Periclymenum	1	1	—	—	3/4	1	3/4	3/8	1
» racemosa	—	3/4							
» Symphoricarpos	1	—	—	—	—	—	—	7/8	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE.	LIÉGE.	DOLHAIN.	NAMUR.	WAREMME.	MELLE.	GEMBLOUX.
Feuillaison (*suite*).									
Lonicera tatarica	—	1	—	1	—	—	—	1	
» Xylosteum	1	3/4	—	—	—	1	3/4	—	1
Mespilus germanica	—	—	—	—	—	—	—	3/8	
Philadelphus coronarius	—	3/4	—	—	—	1	—	7/8	
Populus alba	—	—	—	—	Gros bourg.	—	—	1/8	1/8
» balsamifera	—	—	—	—	—	—	—	1/2	
» fastigiata	1/2	—	1	1/2	1/4	1/4	—	—	1/4
» italica	—	1/2							
Prunus armeniaca	1/4	—	1	—	—	1/4	1/2	3/4	3/4
» Cerasus	1/2	1/2	1	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/8
» domestica	—	—	1	—	1/2	1/4	—	—	1/4
» Padus	1/4	3/4	1	3/4	—	—	1/2		
Pyrus communis	1/2	—	1/2	1/4	Bourg. s'ouv.	1/4	1/4	1/2	3/4
» Cydonia	1	—	1	3/4	1/2	—	1/4	—	3/4
» japonica	—	—	—	—	—	1	—	1	3/4
» Malus	—	—	1	1/3	—	1/4	—	—	Bourgeons.
Ribes Grossularia	—	—	—	1	—	—	3/4	3/4	1
» nigrum	—	3/4	1	1	1/2	—	3/4	3/4	
» rubrum	1	3/4	1	1	3/4	2/3	3/4	3/4	1
» sanguineum	3/4	—	1	3/4	3/4	2/3	3/4		
» Uva-crispa	1	3/4	—	1					
Rhus coriaria	—	—	—	—	—	—	—	1/8	
» Cotinus	—	—	—	—	—	—	—	1/16	
Robinia Pseudo-Acacia	0	—	1/4	Bourgeons.	1/8	—	—	Gros bourg.	3/4
Rosa canina	—	—	—	—	1/4				
» rubiginosa	3/4	—	—	—	—		1/2		
Salix babylonica	—	—	3/4	1	1/2	—	1/2	1/2	
Sambucus nigra	3/4	1/2	1	1/2	3/4	2/3	1/2	1/2	3/4
» racemosa	—	1/2	—	1					
Sorbus aucuparia	—	—	—	—	—	—	—	1/2	
Spiræa sorbifolia	—	1/2	3/4	—	—	2/3	3/4	—	1
Staphylæa pinnata	3/4	1/2	—	1/4	—	—	1/4	3/4	
Syringa persica	—	—	—	1	—	—			
» vulgaris	1	—	1	1	1/2	1	1/2	1/2	3/4
Tilia europæa	1	—	1	3/4	1/2	1/2	1/2	1/4	3/4
Ulmus campestris	3/4	1/2	1	1/4	Bourgeons.	0	—	1/4	1/8
Vaccinium Oxycoccos	—	—	—	—	—	—	1/4		
Viburnum Lantana	—	1/2							
» Opulus	—	3/4	1	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	
Vitis vinifera	1/4	—	Bourgeons.	—	1/4	—	1/8	1/4	Bourg.

Remarque. — A Anvers, les boutons des feuilles du hêtre et du frêne commencent seulement à se développer.
(RIGOUTS-VERBERT.)

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE.	LIÉGE.	DOLHAIN.	NAMUR.	WAREMME.	MELLE.	GEMBLOUX.
Floraison.									
Æsculus Hippocastanum . . .	—	Boutons.	—	Commencée.					
Amygdalus Persica	—	—	Générale.	Générale.	—	—	Générale.	Générale.	Avancée.
Anemone Hepatica	—	Terminée.	Terminée	Terminée.	Terminée.	—	Presq. finie.	Terminée.	Terminée.
» nemorosa.	—	Générale.	Générale.	Id.	Générale.	Générale.	Générale.	Presq. term.	Générale.
Arabis albida.	—	—	—	Id.					
» caucasica.	—	Continue.							
Arum maculatum	—	Spathe.							
Atropa Mandragora.	—	Terminée.							
Bellis perennis	Commencée.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.
Berberis vulgaris	—	—	—	—	—	—	—	Boutons.	Nulle.
Betula alba.	—	Terminée.							
Buxus sempervirens	Avancée.	—	—	Générale.	—	Générale.	Presq. finie.	Presq. term	
Caltha palustris	—	—	Boutons.	—	Commencée.	Id.	Générale.	—	Générale.
Cardamine pratensis	—	—	Générale.	Commencée.	Générale.	Id.	Id.	—	Commencée.
Cheiranthus Cheiri	—	—	—	—	—	Id.	—	—	Partielle.
Corchorus japonicus	Commencée.	—	Terminée.	Commencée.	Commencée.	Générale.	—	Commencée.	Commencée.
Cornus mascula	Terminée.	Terminée.	Id.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Boutons.	Terminée.
» sanguinea	—	—	—	—	—	—	—	Id.	
Corylus Avellana.	Terminée.	Terminée.	Passée.	Terminée.	Terminée.	Terminée	—	Terminée.	Terminée.
Crocus vernus	Id.	Passée.	Terminée.	Id.	Id.	Id.	Terminée	Id.	Id.
Cydonia japonica	—	—	Générale.						
Erythronium Dens-Canis . . .	—	Terminée.							
Daphne Laureola	—	Passée.	—	Terminée	—	Terminée.	Presq. finie.		
» Mezereum	Terminée	Id.	—	Id.	Générale.	Id.	Id.	Terminée.	
» pontica	—	Générale.							
Draba verna	—	—	—	—	Terminée.				
Forsythia viridissima	—	Générale.							
Fritillaria imperialis	—	—	Générale.	Avancée.	Terminée.	Générale.	Générale.	Avancée.	Avancée.
Galanthus nivalis	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	—	Terminée.	Presq. finie	—	Terminée.
Glechoma hederacea	—	—	Générale.	—	—	Générale.	Générale.	—	Nulle.
Glycine sinensis.	—	—	—	—	—	—	Boutons.		
Helleborus fœtidus.	—	—	Passée.						
» niger	—	Terminée.							
» veridis	—	—	Id.	—	—	—	—	—	Terminée.
Hyacinthus botryoides . . .	Avancée.	—	Terminée.	Générale.	Générale.	—	Terminée.	—	Id.
Jasminum nudicaule	—	Passée.							
Lamium album	—	—	—	—	Commencée.	Générale.	Générale.	Générale.	Boutons.
» purpureum	—	—	Générale.	Générale.	Générale.	Id.	Commencée.	Id.	Commencée.
Leontodon Taraxacum. . . .	Générale.	Générale.	Id.	Commencée	Id.	Id.	—	—	Id.
Lonicera Periclymenum . . .	—	—	—	—	—	—	—	Nulle.	
» Symphoricarpos. . .	—	—	—	—	—	—	—	Id.	
» tatarica	—	—	—	Générale.	—	—	—	Commencée.	

NOMS DES PLANTES	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE.	LIÉGE.	DOLHAIN.	NAMUR.	WAREMME.	MELLE.	GEMBLOUX.
Floraison (*suite*).									
Magnolia Yulan	Générale.	Passée.	Générale.	Avancée.	—	Générale.	Commencée.		
Muscari botryoides	—	—	—	—	—	Presq. term.			
Narcissus Pseudo-Narcissus	Générale.	—	Avancée.	Boutons.	Presq. term.	Terminée.	Générale.	Terminee.	Terminee.
Orobus vernus	—	—	Générale.	—	—	—	—	Presq. term.	Commencée.
Populus alba	—	—	Id.	—	—	—	Terminée.	—	Avancee.
» fastigiata	—	—	Terminée.	Terminée.	—	—	—	—	Id.
Primula Auricula	Générale.	—	Générale.	—	Commencée.	Commence.	Générale.	—	Commencee.
» elatior	—	—	—	—	—	Générale.	Commencée.	Presq. term.	Générale.
» officinalis	—	—	—	—	—	Id.	Générale.	—	Id.
» veris	Générale.	—	—	Générale.	Générale.	—	Id.	—	Id.
Prunus armeniaca	—	—	Avancée.	Id.	—	Terminée.	Id.	Terminée.	Terminée.
» Cerasus	—	—	Générale.	Id	—	Générale.	Id.	Générale.	Generale.
» domestica	—	—	Id.	—	—	Id.			
» Padus	—	Boutons.	Id.	Générale.	—	—	Boutons.		
» Pseudo-Cerasus	—	Id.							
» spinosa	—	—	—	—	—	Générale.			
Pulmonaria officinalis	—	—	Commencée.	—	—	—	—	Presq. term.	
Pyrus communis	—	—	Générale.	Générale.	—	Commencée.	Générale.	Generale.	Générale.
» Cydonia	—	—	Boutons.	—	—	—	—	—	Boutons.
» domestica	—	—	—	—	—	—	—	—	Générale.
» japonica	Générale.	Générale.	—	Générale.	Générale.	Générale.	—	Générale.	Commencée.
» Malus	—	—	Boutons.	Boutons.	—	Commencée.	—	—	Nulle.
» spinosa	—	—	Générale.	—	—	—	—	—	Générale.
Ranunculus Ficaria	—	Continue.	—	Terminée.	Générale.	Presq. term.	Générale.	Générale.	Id.
Rhododendron canadeum	—	Générale.							
» dahuricum	—	Passée.	—	Terminée.					
Ribes Grossularia	—	—	Générale.	Générale.	—	—	Commencée.	—	Générale.
» nigrum	—	—	Id.	Commencée.	—	—	—	Générale.	Boutons
» rubrum	Générale.	—	Id.	Générale.	—	Générale.	Boutons.	Id.	Générale.
» sanguineum	Id.	Générale.	Id.	Commencée.	—	Id.	—	—	Avancee.
» Uva-crispa	Id.	—	Id.	Avancee.	—	Presq. term.	Boutons.	—	Generale.
Salix capræa	—	—	Passée.	Terminée	Générale.	Id.	Terminée.	—	Terminée.
» rubra	—	—	—	—	Id.				
Sambucus nigra	—	—	—	—	—	—	—	Boutons.	
» racemosa	—	—	—	Boutons.	—				
Scilla nutans	—	—	—	—	—	Commencée.			
Senecio vulgaris	—	—	Générale.	Générale.	—	Générale.	—	—	Générale.
Sorbus aucuparia	—	—	—	—	—	—	—	Boutons.	
Staphylea pinnata	—	Générale.	—	—	—	—	—	Commencée.	
Syringa vulgaris	Boutons.	Boutons.	Boutons.	Commencée.	Boutons.	—	—	Gros bout.	Boutons.
Taxus baccata	—	Terminée.	—	Générale.	—	—	—	Générale.	
Tussilago alba	—	Continue.							

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE.	LIÉGE.	DOLHAIN.	NAMUR.	WAREMME.	NELLE.	GEMBLOUX.
Floraison (*suite*).									
Tussilago Petasites	—	—	—	Générale.	Générale.	Générale.			
Ulmus campestris	—	Générale.							
Viburnum Opulus	—	—	Boutons.	—	—	—	—	Boutons.	
Vinca minor	—	—	Avancée.	Générale.	—	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.
Viola odorata	—	—	Id.	Avancée.	—	Presq. term.	—	Presq. term.	Terminée.
Vitis vinifera	—	—	—	—	—	—	—	Nulle.	

OISEAUX D'ÉTÉ ARRIVÉS A WAREMME.

Le 4 avril. *Hirundo rustica.*
» 12 » *Sylvia atricapilla.*
Le 12 avril *Ruticilla luscinia*
» 14 » *Cuculus canorus.*

Remarques. — Sous l'influence de la chaleur et de la sécheresse qui ont régné à Waremme pendant la quinzaine qui a précédé le 21 avril, la végétation s'est développée avec une rapidité telle, qu'elle a regagné tout le retard qui existait le 21 mars; de sorte que, pour la floraison, l'état est le même que le 21 avril 1864; et, quant à la feuillaison, il y a même une avance évidente sur cette même année 1864. Du 21 avril au 5 mai, nous avons continué à avoir la sécheresse avec des chaleurs continuelles, s'élevant fréquemment à +25° cent.; de sorte que, pendant les premiers jours de mai, la végétation s'est trouvée l'une des plus avancées qu'on ait encore observées en Belgique. Je crois que jamais elle n'a marché avec autant de rapidité que pendant ce dernier mois, du 5 avril au 5 mai [1]. — La pluie est revenue pour la première fois le 6 mai. — (Edm. de Selys-Longchamps.)

La végétation, qui était en retard à Gembloux, en mars, s'est fort avancée dans le courant d'avril. Les chaleurs survenues alors l'ont fait marcher très rapidement. — (C. Malaise.)

A Nelle, le *lilas* a donné ses premières fleurs le 24 avril. — (Bernardin.)

[1] Le 5 mai 1864, le peuplier du Canada (*Populus virginiana*) ne portait aucun feuillage. Cette année, à la même époque, sa feuillaison est presque complète.

État de la végétation le 21 octobre 1865.

(Les chiffres 0, 1/4, 1/2, 3/4, 1, indiquent la quantité de feuilles restant sur les arbres.)

NOMS DES PLANTES.	DOLHAIN.	GEMBLOUX.	ANVERS.	MELLE.	GENDBRUGGE	WAREMME.	NAMUR.
Effeuillaison.							
Acer campestre	3/4	—	—	—	—	—	1
» Negundo	—	—	—	—	1/2	3/4	1
» Pseudo-Platanus	—	3/4	—	—	1/2	1	1
Æsculus Hippocastanum	1/2	1	3/4	7/8	3/4	3/4	0
» lutea	—	—	—	0			
» Pavia	1/2	—	—	7/8			
Alnus glutinosa	3/4	—	1/2	—	—	1	
Amygdalus Persica	3/4	1	—	1/2	1	3/4	1
Aristolochia Sipho	—	1/2	—	1/2	1	1/4	0
Arum italicum	—	—	0				
» maculatum	—	—	0				
Berberis vulgaris	3/4	1	—	7/8	1	1	1
Betula alba	1/2	—	—	3/4	0	3/4	1
» Alnus	—	1	—	—	—	—	1
Bignonia Catalpa	—	—	0	7/8	—	3/4	
» radicans	—	—	—	1			
Carpinus Betulus	1/2	3/4	1	7/8	1	1/2	1
Castanea vesca	—	—	—	—	—	3/4	1
Cercis Siliquastrum	—	—	1	7/8	—	1	1
Corchorus japonicus	1	—	—	1	3/4		
Cornus mascula	3/4	1	1	7/8	1	1	1
» sanguinea	—	1	—	3/4	1/4	1	1
Corylus Avellana	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	1	1
Cratægus Oxyacantha	1/2	1	1/2	1	1	1	1
Cytisus Laburnum	—	1	—	0	1/2	3/4	1
Evonymus europæus	—	—	3/4	1/2	1	—	1
Fagus Castanea	1/2	—	—	—	3/4		
» sylvatica	—	—	1	—	3/4	1	1
Ficus Carica	—	—	—	—	—	—	1
Fraxinus excelsior	3/4	1/2	1	—	1	1	1
» Ornus	—	—	1				
Gleditschia capsua	—	—	1/2				
» horrida	—	—	—	1/2			
» inermis	—	—	1				
» triacanthos	—	—	—	1	—	1	
Gingko biloba	—	—	—	—	1	1	1/2
Glycine sinensis	—	1	—	1	1	1	1
Hydrangea hortensis	—	1	1/2	1	1	1	1
Juglans regia	1/2	1	3/4	3/8	1	—	1
Larix europæa	3/4	1	—	—	1	1/2	1
Ligustrum vulgare	—	1	—	1	1	1	1

NOMS DES PLANTES.	DOLHAIN.	GEMBLOUX.	ANVERS.	MELLE.	GENDBRUGGE.	WAREMME.	NAMUR.
Effeuillaison (*suite*).							
Liriodendron tulipifera	—	—	—	7/8	—	3/4	1
Lonicera Periclymenum	—	—	3/4	1			
» racemosa	—	—	1				
» Symphoricarpos	—	—	—	1			
» tatarica	—	—	1/2	1/4			
» Xylosteum	—	1	1	—	—	1	1
Magnolia tripetala	—	—	—	—	—	—	1
Mespilus germanica	1/2	—	—	3/4			
Morus alba	—	0	—	—	1	3/4	1
» nigra	—	—	1				
Paulownia imperialis	—	—	—	—	1	1/4	
Philadelphus coronarius	1/4	1/4	—	3/4	1	1	1
Platanus occidentalis	1/2	—	—	—	1	3/4	1
Populus alba	1/4	—	—	7/8	1	3/4	
» virginiana	1/4	1/4	—	—	—	1/2	1
Prunus armeniaca	—	1	—	1	1	1	1
» Cerasus	1/2	1/2	—	1/2	1	1/2	1
» domestica	1/4	0	—	—	0	—	1
» Padus	—	—	1/2	—	0	0	1
Pyrus communis	1/2	1/2	—	1/2	0	1/2	1
» japonica	—	1	—	1	1/2	1	1
» Malus	3/4	1	—	—	1	3/4	1
Quercus Robur	1	1	—	—	—	1	1
Rhus coriaria	—	—	—	1/2			
» Cotinus	—	—	—	3/4			
Ribes alpinum	—	—	—	—	—	1	1
» Grossularia	1/4	1	—	1/2	1	—	1
» nigrum	1/4	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1
» rubrum	0	1/4	3/4	3/4	3/4	0	1
» sanguineum	—	1	—	—	1	3/4	1
» Uva-crispa	—	—	3/4				
Robinia Pseudo-Acacia	3/4	1	—	7/8	1	1	1
Rosa centifolia	—	—	3/4				
» gallica	3/4	—	—	—	—	1	1
Rubus Idæus	3/4	1/4	1	—	1	1/2	1
Salix alba	—	—	1				
» babylonica	1/2	—	1	7/8	1	1	
» capræa	—	—	—	—	—	—	1
Sambucus nigra	1/2	3/4	1	1	1	1/2	1
Sorbus aucuparia	1/4	—	1/2	1/4	0	0	1
Spiræa sorbifolia	—	—	0				
Staphylea pinnata	—	—	1/2	1/8	—	1	0

NOMS DES PLANTES.	DOLHAIN.	GEMBLOUX.	ANVERS.	MELLE.	GENDBRUGGE.	WAREMME.	NAMUR.
Effeuillaison (*suite*).							
Syringa persica	—	—	3/4				
» vulgaris	3/4	3/4	—	7/8	1	1	1
Tilia europæa	1/2	3/4	1	5/8	1/6	3/4	0
» microphylla	—	—	1				
Tulipifera Liriodendron	—	—	1				
Ulmus campestris	3/4	1	1	1	1	1	1
Vaccinium Oxycoccos	—	—	—	—	—	1	
Viburnum Lantana.	3/4						
» Opulus L. (*fl. simp.*)	—	—	—	3/4	1	—	1
» » L. (*fl. plein.*)	—	—	—	1			
Vitis vinifera	3/4	1	—	1	3/4	1	1
Floraison.							
Aster	—	Finie.	Générale.	Presq. term.	Passée.	Générale.	
Dahlia	—	Générale.	Id.	Id.	Id.		
Hedera Helix	—	—	Finie.	—	Avancée.		
Helianthus tuberosus	—	—	Générale. (1)	Générale.	Générale.	N'a pas fleuri	
Fructification.							
Castanea vesca	—	—	—	—	—	Mûrs et récoltés depuis longtemps.	
Vitis vinifera	—	—	—	—	—		

OISEAUX D'HIVER ARRIVÉS A WAREMME.

Le 3 octobre. *Corvus cornix.*
» 12 » *Parus.*
» 15 » *Grus cineria.* Passage.

Remarques. — Au 15 août, à Anvers, l'*Hamamelis virginica* était en pleine et abondante floraison, et portait son entier feuillage. (Rigouts-Verbert.)

Cette année qui, depuis le mois d'avril, a été si chaude et si sèche, nous offre une des effeuillaisons les plus tardives que nous ayons encore observées. Il n'y a eu que deux petites gelées blanches à +2 ou 3° cent au commencement d'octobre qui ont flétri les *Balsamines* et les *Héliotropes*, et n'ont pas empêché de secondes floraisons anormales et isolées de se produire chez les *Magnolia*, les *Rhododendron*, les *Æsculus* et quelques arbres fruitiers. A la fin de septembre on a revu des hannetons, et la mâturité du raisin a eu lieu plus tôt qu'en aucune autre année. Au 21 octobre, sur une soixantaine de végétaux observés, il y en a près de 30 qui ont encore toutes leurs feuilles, 14 qui en ont conservé les 3/4, et 6 seulement qui les ont perdues complétement ou presque complétement.
Waremme, novembre 1865. (Edm. de Selys-Longchamps.)

Les plantes suivantes étaient encore en fleurs le 21 octobre, à Dolhain : *Viola tricolor, Calendula, Cheiranthus, Aster, Verbascum, Fragaria vesca* (2me flor.), *Thymus, Geranium, Delphinium, Anthirrhinum, Escholzia, Reseda, Ranunculus*, etc.
Les gelées blanches des 3, 4, 5 et 6 octobre ont fait périr un certain nombre de plantes, telles que *Dahlia*, *Tropeolun* et *Impaticus*. (Husson).

(1) La tige a 4m,80c de hauteur.

NOTES.

RÈGNE VÉGÉTAL.

MELLE. — Un commencement de seconde floraison a été observé sur les plantes suivantes :

Mahonia illicifolia.
Clematis azurea.
Et les pommiers.

(BERNARDIN.)

ANVERS. — Une seconde floraison a été observée le 1er octobre sur les plantes suivantes :

Rhododendron purpureum, duplex.
» *album, elegans.*
» *ponticum.*
Corchorus japonicus (fl. simpl.).
Potentilla fragarioides.
Hypericum calycinum.
Clematis cærulea.

Au 15 avril, la plus grande partie des plantes vivaces herbacées n'avaient pas encore poussé de tiges. Au 1er mai, la plupart de ces plantes étaient en fleurs et dans quelques-unes même la floraison était déjà passée.

Toutes ces plantes, au lieu d'une végétation ordinaire, n'avaient acquis qu'un développement du tiers de leur grandeur naturelle. (RIGOUTS-VERBERT.)

RÈGNE ANIMAL.

GEMBLOUX. — Les *Hannetons* ont été rares dans le canton de Gembloux, comparativement aux années précédentes.

Les *Chenilles,* fort abondantes, ont causé de grands dégâts. Elles ont attaqué plusieurs espèces d'arbres qu'elles ont littéralement dépouillés de leurs feuilles : peupliers, cerisiers, pruniers, pommiers, poiriers, etc. Des chenilles appartenant à des papillons du genre *Noctua* ont fait de grands dégâts aux plantes-racines : betteraves, carottes, ainsi qu'à beaucoup d'autres végétaux. Ces insectes attaquaient pendant le jour les racines, et la nuit elles dévoraient les feuilles et les tiges. J'en ai compté jusqu'à cinquante sur une betterave. (MALAISE.)

OBSERVATIONS

DES

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES

PENDANT L'ANNÉE 1866.

Pression atmosphérique à l'Observatoire royal de Bruxelles, en 1866.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE.	DATE du maximum absolu	DATE du minimum absolu.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier . . .	755,84	755,69	755,28	755,88	759,16	751,76	774,1	728,8	45,3	le 25	le 11
Février	50,95	50,59	49,92	50,68	53,97	47,39	64,4	30,5	33,9	le 22	le 28
Mars	49,55	49,53	49,16	49,47	52,15	45,93	65,0	34,6	30,4	le 11	le 19
Avril	55,37	55,12	54,69	55,05	57,19	52,98	67,6	43,0	24,6	le 23	le 28
Mai	56,37	56,16	55,79	56,24	58,20	53,92	66,94	39,9	27,04	le 16	le 1
Juin	56,11	55,95	55,73	55,88	57,59	53,83	64,0	40,2	23,8	le 8	le 17
Juillet	55,26	55,20	54,95	55,20	56,79	53,58	65,1	39,8	25,3	le 11	le 4
Août	52,63	52,53	52,41	52,79	54,70	50,08	60,4	41,97	18,43	le 11	le 29
Septembre . . .	52,37	52,24	52,10	52,76	54,72	49,45	61,4	38,4	23,0	le 18	le 22
Octobre	59,83	59,54	59,07	59,57	61,25	57,59	68,8	48,5	20,3	le 7	le 25
Novembre . . .	55,60	55,30	54,92	55,46	58,79	51,42	64,8	35,7	29,1	le 17	le 16
Décembre . . .	57,37	56,98	56,60	56,54	60,21	55,99	71,2	37,8	33,4	le 20	le 31
MOYENNE. . .	754,77	754,57	754,22	754,63	757,06	751,83	766,14	738,26	27,88	le 25 janv.	le 11 janv.

Température centigrade de l'air à Bruxelles, en 1866.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	MOYENNE par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du maximum absolu.	DATE du minimum absolu.
Janvier	5°26	7°21	7°25	5°81	8°59	3°82	6°20	11°6	0°0	le 22	le 13
Février	4,96	7,16	7,30	5,31	9,07	3,40	6,23	14,1	– 5,4	le 2	le 22
Mars	4,80	7,58	7,98	4,82	8,79	2,46	5,62	13,7	– 2,7	le 29	le 1
Avril	11,25	14,09	14,86	10,14	16,28	6,59	11,43	24,3	0,8	le 29	le 24
Mai	11,91	14,21	14,59	10,19	15,63	5,95	10,79	21,1	2,1	le 29	le 3 et le 25
Juin	19,42	21,81	22,77	18,09	24,28	13,70	18,99	28,8	7,3	le 10	le 17
Juillet	18,26	19,85	20,89	16,61	22,32	14,15	18,23	29,2	10,1	le 14	le 8
Août	17,03	18,75	19,13	15,53	20,27	13,07	16,67	25,7	9,8	le 27	le 11 et le 18
Septembre . . .	15,64	17,59	18,07	14,31	19,33	12,73	16,03	25,7	8,2	le 1	le 18
Octobre	9,16	12,16	13,30	9,99	14,25	7,14	10,69	21,9	– 1,2	le 1	le 27
Novembre . . .	6,66	8,54	8,52	6,87	10,16	5,38	7,77	14,8	– 2,1	le 6	le 30
Decembre . . .	4,68	5,73	5,64	4,89	7,23	2,95	5,69	11,9	– 3,3	le 6	le 21
MOYENNE. . .	10,76	12,89	13,36	10,21	14,68	7,61	11,14	20,23	0,20	le 14 juill.	le 22 fév.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et les *minima* moyens . . . 11°14
» » » absolus mensuels. . 10,21
» les observations de 9 h. du matin. . . . 10,76
» la tempér. moyenne du mois d'octobre . . 10,69

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum . . . . 29°2
Minimum . . . . – 5,4

Intervalle de l'échelle parcouru . . . . 34°6

Psychromètre d'August à Bruxelles, en 1866.

MOIS.	9h. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	5°,54	4°,66	7°,49	5°,92	7°,44	5°,94	6°,01	5°,17
Février	5,41	4,54	7,47	5,88	7,72	5,96	5,45	4,48
Mars	4,99	3,91	7,62	5,56	8,06	5,61	5,10	3,76
Avril	11,94	9,08	14,96	10,55	15,67	10,84	11,08	8,74
Mai	12,03	8,98	13,72	9,64	14,45	10,47	10,40	8,14
Juin	19,40	16,03	22,27	16,90	23,10	17,62	18,11	15,39
Juillet	18,15	15,22	19,97	15,86	21,06	16,25	16,88	14,76
Août	17,22	14,94	18,94	15,65	19,19	15,78	15,64	14,19
Septembre	15,84	14,05	17,79	14,93	18,16	15,21	14,61	13,55
Octobre	9,63	8,62	12,76	10,77	13,86	11,41	10,12	9,27
Novembre	7,08	5,99	8,73	7,04	8,59	6,91	6,93	5,84
Décembre	5,84	5,03	6,74	5,68	6,63	5,36	5,95	5,13
MOYENNE	11,09	9,25	13,20	10,36	13,66	10,63	10,52	9,02

État hygrométrique de l'air à Bruxelles, en 1866.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Janvier	6,28	6,43	6,49	6,52	87,5	79,3	80,2	88,1
Février	6,24	6,41	6,35	6,15	87,6	79,1	77,1	86,1
Mars	5,86	5,99	5,79	5,65	84,4	73,2	68,8	80,8
Avril	7,26	7,20	7,12	7,38	68,2	56,2	53,3	72,9
Mai	7,10	6,87	7,40	7,11	66,2	57,8	59,6	73,2
Juin	11,66	11,20	11,77	11,53	69,9	56,8	56,9	74,6
Juillet	11,28	11,09	10,99	11,34	72,8	64,3	59,8	79,0
Août	11,45	11,42	11,47	11,38	78,1	70,4	69,6	85,1
Septembre	11,07	11,10	11,27	10,88	82,0	73,2	72,7	86,8
Octobre	8,10	8,75	8,87	8,56	87,5	78,1	74,0	89,7
Novembre	6,70	6,89	6,84	6,67	84,7	78,6	78,7	88,4
Décembre	6,48	6,62	6,56	6,52	88,5	85,5	85,3	88,4
MOYENNE	8,29	8,33	8,41	8,31	79,8	71,0	69,7	82,5

État du ciel à Bruxelles, en 1866.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne	INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, midi, 3 h. et 9 h. du soir. Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cu-mulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Eclair-cies.	Ciel couvert.
Janvier	2,08	2,23	2,62	1,73	2,16	6	9	9	17	1	17	49	0	24	57
Fevrier	2,87	2,12	1,42	3,96	2,59	4	12	14	18	4	17	45	0	23	37
Mars	2,63	2,70	2,48	2,44	2,56	6	7	9	29	6	8	46	5	17	58
Avril	3,33	3,50	3,83	5,12	3,94	12	15	10	33	6	20	30	4	21	27
Mai	5,04	4,04	3,72	5,48	4,57	17	5	2	39	4	17	33	5	15	33
Juin	5,00	3,46	3,69	4,27	4,10	3	13	18	58	6	20	27	3	25	20
Juillet	3,16	3,40	4,36	4,12	3,76	5	15	15	35	0	29	39	13	26	32
Août	1,48	1,56	1,74	3,78	2,14	3	10	13	29	4	28	48	9	35	40
Septembre	2,56	2,36	2,56	3,48	2,74	6	13	10	35	2	18	41	6	26	37
Octobre	3,41	3,59	4,04	4,56	3,90	18	13	11	19	8	6	29	1	20	36
Novembre	1,88	2,04	2,16	2,68	2,19	5	5	2	18	1	27	39	6	32	44
Décembre	1,92	1,08	1,44	1,88	1,58	4	3	7	10	2	13	29	3	13	72
L'année	2,95	2,67	2,84	3,62	3,02	89	120	120	340	44	220	455	55	277	493

Quantité de pluie et de neige; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Bruxelles, en 1866.

MOIS.	Quantité de pluie.	Quantité de neige.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouil-lard.	Ciel couvert.	Ciel sans nuages.
	mm.	mm.	mm.									
Janvier	59,90	9,94	69,84	18	19	0	5	0	1	8	2	0
Février	71,04	22,88	93,92	22	20	1	3	4	1	3	1	0
Mars	52,22	9,19	61,41	19	14	4	6	10	3	9	3	0
Avril	31,40	»	31,40	12	14	2	0	0	2	3	0	0
Mai	61,54	»	61,54	14	13	2	0	0	4	9	1	0
Juin	47,17	»	47,17	14	14	1	1	0	3	1	0	0
Juillet	76,96	»	76,96	14	15	1	0	0	4	1	0	0
Août	105,44	»	105,44	23	22	0	0	0	1	6	2	0
Septembre	90,91	»	90,91	19	23	0	0	0	0	8	0	0
Octobre	7,26	»	7,26	16	5	0	0	1	0	17	3	0
Novembre	76,72	14,06	90,78	22	19	1	3	1	0	8	1	0
Décembre	58,91	1,94	60,85	19	25	1	1	8	0	10	13	0
L'année	739,47	58,01	797,48	212	203	13	19	24	19	83	26	0

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1866.

(D'après la direction des nuages, observée 4 fois par jour, à 9 heures du matin, midi, 3 heures et 9 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	0	0	1	1	0	0	0	0	1	7	23	13	12	3	6	1	31
Février	6	6	5	3	0	1	0	0	5	3	11	5	9	6	8	1	28
Mars	4	6	6	5	2	1	1	5	3	4	18	8	13	6	6	6	31
Avril	0	0	2	7	2	2	2	7	12	4	11	13	24	8	2	0	30
Mai	5	3	7	4	8	2	2	2	2	2	12	15	15	2	6	2	31
Juin	3	0	0	3	7	5	3	3	7	9	18	22	26	3	3	1	30
Juillet	5	3	2	5	3	1	0	0	1	3	13	21	16	14	16	8	31
Août	0	2	2	2	0	1	0	3	12	3	21	26	20	7	9	0	31
Septembre	0	0	2	1	0	0	1	3	7	19	37	22	16	3	3	0	30
Octobre	2	1	6	4	1	3	5	6	7	4	4	3	6	1	6	9	31
Novembre	2	2	2	0	0	0	0	1	0	1	18	13	13	13	17	10	30
Décembre	1	0	0	0	1	0	0	0	1	4	22	2	13	10	14	2	31
TOTAL.	28	25	33	35	24	16	16	30	58	63	208	165	192	76	96	40	365

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1866.

(D'après les résultats fournis, de 2 en 2 heures, par l'appareil d'Osler.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	1	21	56	187	69	23	5	8	2	31
Février	1	4	18	8	1	5	0	1	11	40	137	62	19	9	4	4	27
Mars	22	11	11	22	16	3	11	15	25	65	68	39	11	16	24	13	31
Avril	6	3	6	20	49	19	17	12	24	31	57	71	23	1	4	17	30
Mai	31	4	5	12	34	17	15	19	5	8	68	43	22	12	23	54	31
Juin	6	10	8	22	22	13	14	7	29	12	48	57	48	18	20	14	30
Juillet	27	14	7	15	13	0	1	11	9	7	67	65	48	24	30	34	31
Août	17	1	0	0	9	1	3	17	43	33	67	95	44	23	10	9	31
Septembre	5	0	0	0	2	11	15	16	49	75	104	47	30	4	0	2	30
Octobre	13	9	16	44	20	16	34	35	17	11	38	41	28	12	20	18	31
Novembre	7	1	3	4	11	3	1	0	6	15	152	72	45	25	9	6	30
Décembre	1	0	1	0	5	9	5	5	9	33	131	95	53	20	4	1	31
TOTAL.	136	57	75	147	182	97	116	139	248	386	1124	756	394	169	156	174	364

Intensité totale du vent à Bruxelles, en 1866.

(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ totale.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	27,1	22,8	25,9	27,5	31,6	29,3	38,0	37,9	32,3	30,8	27,9	28,4	359,5
Février . . .	31,8	35,0	27,0	23,2	21,1	29,7	40,7	44,2	37,3	31,4	30,2	29,8	381,4
Mars. . . .	12,5	12,1	10,3	11,4	9,8	11,9	12,7	17,1	15,2	10,5	11,1	11,7	146,3
Avril. . . .	6,1	7,0	5,2	8,0	10,3	17,1	21,6	24,4	20,4	17,5	10,0	6,6	154,2
Mai	6,0	4,8	5,8	5,8	9,3	13,2	20,5	20,2	20,3	11,0	9,0	5,9	131,8
Juin. . . .	6,0	7,1	7,4	6,7	9,8	13,3	18,2	20,2	15,0	14,0	10,2	8,3	136,2
Juillet . . .	6,8	6,0	7,8	7,6	10,1	12,7	15,5	17,2	16,3	10,8	5,3	5,2	121,3
Août. . . .	7,6	7,6	7,5	6,3	12,8	14,9	19,8	18,5	16,3	9,8	8,1	7,1	136,3
Septembre. .	12,4	13,3	15,4	15,8	21,4	31,6	32,6	26,3	24,7	12,8	12,3	10,9	227,5
Octobre. . .	2,8	3,4	3,6	4,1	4,4	6,4	9,4	8,3	8,2	5,2	5,2	3,4	64,4
Novembre . .	23,0	21,1	21,5	22,5	27,2	33,0	40,9	35,8	30,6	25,0	24,9	23,8	329,3
Décembre . .	35,0	34,1	33,4	29,1	26,4	25,5	33,2	28,7	24,9	30,3	32,9	31,9	365,4
L'ANNÉE. .	177,1	174,3	170,8	168,0	194,2	238,6	303,1	298,8	259,5	209,1	187,1	173,0	2553,6

Intensité moyenne du vent à Bruxelles, en 1866.

(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ moyenne.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	0,87	0,74	0,84	0,89	1,02	0,95	1,23	1,22	1,04	0,99	0,90	0,92	0,97
Février . . .	1,14	1,25	0,96	0,83	0,75	1,06	1,45	1,58	1,33	1,12	1,08	1,06	1,13
Mars. . . .	0,40	0,39	0,33	0,37	0,32	0,38	0,41	0,55	0,49	0,34	0,36	0,38	0,39
Avril. . . .	0,20	0,23	0,17	0,27	0,34	0,57	0,72	0,81	0,68	0,58	0,33	0,22	0,43
Mai	0,19	0,15	0,19	0,19	0,30	0,43	0,66	0,65	0,65	0,35	0,29	0,19	0,35
Juin	0,20	0,24	0,25	0,22	0,33	0,44	0,61	0,67	0,50	0,47	0,34	0,28	0,38
Juillet . . .	0,22	0,19	0,25	0,25	0,33	0,41	0,50	0,55	0,53	0,35	0,17	0,17	0,33
Août. . . .	0,25	0,25	0,24	0,20	0,41	0,48	0,64	0,60	0,53	0,32	0,26	0,23	0,37
Septembre. .	0,43	0,46	0,53	0,54	0,74	1,09	1,12	0,91	0,78	0,44	0,42	0,38	0,65
Octobre. . .	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,21	0,31	0,28	0,27	0,17	0,17	0,11	0,18
Novembre . .	0,77	0,70	0,72	0,75	0,91	1,10	1,36	1,19	1,02	0,83	0,83	0,79	0,91
Décembre . .	1,13	1,10	1,08	0,94	0,85	0,82	1,07	0,93	0,80	0,98	1,06	1,03	0,98
MOYENNE. .	0,49	0,48	0,47	0,47	0,54	0,66	0,84	0,83	0,72	0,58	0,52	0,48	0,59

Déclinaison magnétique à Bruxelles, en 1866.

MOIS.	ÉCHELLE ARBITRAIRE.					VALEUR ANGULAIRE.				
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	MOYENNE du mois.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	MOYENNE du mois.
Janvier	76,07	75,08	75,41	76,54	75,77	18°36′54″	18°30′12″	18°38′26″	18°35′49″	18°37′35″
Février	76,11	75,08	74,75	76,90	75,73	36 49	39 12	39 58	34 46	37 41
Mars	76,33	74,66	75,15	77,06	75,80	36 18	40 10	39 2	34 37	37 32
Avril	76,93	74,69	74,90	76,69	75,80	34 55	40 6	39 37	35 28	37 31
Mai	77,12	75,00	74,99	76,86	75,99	34 28	39 23	39 24	35 4	37 5
Juin	78,67	76,66	76,56	78,18	77,52	30 53	35 32	35 46	32 1	33 33
Juillet	79,34	77,45	77,49	79,09	78,34	29 20	33 42	33 37	29 54	31 38
Août	78,58	76,89	77,12	78,94	77,88	31 5	35 0	34 28	30 15	32 42
Septembre	78,11	76,60	77,55	79,07	77,83	32 11	35 41	33 29	29 57	32 49
Octobre	79,02	77,50	78,21	79,89	78,65	30 4	33 33	31 57	28 3	30 55
Novembre	79,09	78,08	78,60	80,04	78,95	29 54	32 15	31 3	27 42	30 13
Décembre	79,15	78,55	78,78	79,89	79,09	29 46	31 10	30 38	28 3	29 54
MOYENNE.	77,88	76,35	76,63	78,27	77,28	18°32′43″	18°36′15″	18°35′37″	18°31′48″	18°34′ 6″

Électricité de l'air à Bruxelles, de 1857 à 1866.

MOIS.	MOYENNE des degrés observés à l'électromètre.											MOYENNE des nombres proportionnels.											Degrés correspondants.
	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.	MOY.	1857.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.	MOY.	
Janv.	51	50	50	49	63	58	49	56	44	45	52	465	415	453	573	720	470	449	677	261	258	474	58
Févr.	52	44	44	46	39	48	52	49	42	36	45	565	312	275	339	160	250	416	412	263	157	315	52
Mars	36	38	30	43	39	40	36	39	32	35	37	159	170	112	250	160	168	228	193	137	146	172	41
Avril	29	25	30	30	27	32	29	30	26	22	28	110	74	117	105	76	107	106	113	74	55	94	30
Mai	16	22	22	21	29	28	19	20	20	20	22	35	65	67	162	88	82	70	49	51	310	98	31
Juin	17	19	26	16	27	22	22	18	18	14	20	39	47	81	37	76	50	55	38	40	27	49	22
Juill.	20	21	26	22	30	27	16	16	19	26	22	50	53	82	57	94	76	34	30	48	77	60	24
Août	18	22	27	22	27	24	28	21	24	27	24	43	61	149	62	76	60	92	122	73	86	82	28
Sept.	27	25	30	27	28	29	29	24	25	29	27	88	70	179	82	82	88	112	66	75	97	94	30
Oct.	39	34	39	49	42	37	38	28	27	34	37	178	134	218	305	185	144	170	93	89	131	165	40
Nov.	43	47	46	43	56	44	52	43	39	39	45	260	396	341	332	408	204	582	226	272	184	320	52
Déc.	46	47	52	47	54	53	49	44	44	40	48	307	329	623	467	355	333	466	254	242	237	361	54
Moy.	33	33	35	35	38	37	35	32	30	31	34	192	177	225	231	207	169	231	189	135	147	190	
											Degr. corresp.	43°	41°	46°	47°	44°	40°	47°	42°	36°	37°	43°	38°

Pression atmosphérique à Gand, en 1866, par M. DUPREZ.

MOIS.	HAUTEURS MOYENNES DU BAROMÈTRE par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE ou VARIATION mensuelle.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	758,44	758,39	757,62	758,48	776,93	731,23	45,70	le 25	le 11
Fevrier	53,59	53,49	52,72	53,07	67,60	34,17	33,43	le 21	le 11 et le 28
Mars	52,26	52,75	52,30	51,98	68,24	38,25	29,99	le 11	le 19
Avril	58,47	58,26	57,91	57,97	71,05	46,61	24,44	le 23	le 2 et le 28
Mai	59,90	59,28	58,95	59,41	70,66	43,63	27,03	le 21	le 1
Juin	59,26	58,99	58,43	59,16	67,17	43,81	23,36	le 8	le 17
Juillet	58,52	58,27	57,79	58,55	68,55	44,73	23,82	le 11	le 2
Août	55,62	55,68	55,66	55,94	63,85	44,26	19,59	le 11	le 29
Septembre	55,08	55,06	54,94	55,48	64,12	40,74	23,38	le 18	le 22
Octobre	63,00	62,74	62,38	62,82	72,15	51,66	20,49	le 7	le 25
Novembre	58,63	58,47	57,74	58,56	67,83	39,54	28,29	le 17	le 16
Décembre	60,48	59,96	59,32	59,43	74,34	41,36	32,98	le 20	le 30
MOYENNE	757,77	757,61	757,15	757,57	769,37	741,67	27,71		

	mm.
Hauteur moyenne de l'année	757,52
Différence à 9 heures du matin	+0,25
— à midi	+0,09
— à 3 heures du soir	—0,37
— à 9 heures du soir	+0,05

Extrêmes de l'année.		mm.
	Maximum, le 25 janvier.	776,93
	Minimum, le 11 janvier.	731,23
Intervalle de l'échelle parcouru.		45,70

Température centigrade de l'air à Gand, en 1866.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	MOYENNE par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
Janvier	5°,0	6°,8	7°,0	5°,2	8°,5	2°,9	5°,7	11°,2	−1°,9	le 14 et le 29	le 12
Février	4,4	7,4	7,8	5,0	9,3	2,3	5,8	12,2	−5,7	le 2	le 22
Mars	5,0	8,1	9,2	4,4	9,9	1,5	5,7	16,6	−3,1	le 30	le 1er et le 6
Avril	11,9	14,8	15,3	9,8	17,1	5,5	11,3	25,4	0,6	le 29	le 4
Mai	14,2	14,9	15,1	9,8	17,0	5,0	11,0	23,0	0,6	le 29	le 3
Juin	21,5	23,5	23,4	17,4	25,5	13,2	19,3	30,1	7,5	le 10	le 18
Juillet	20,5	22,8	21,9	16,2	24,2	13,0	18,6	30,4	8,7	le 14	le 8
Août	18,3	19,3	20,4	15,0	21,8	11,8	16,8	27,9	8,1	le 25	le 6 et le 11
Septembre	15,5	17,5	17,8	13,6	19,5	10,4	14,9	25,0	5,6	le 29	le 18
Octobre	10,2	13,2	13,3	9,7	15,1	5,6	10,3	22,2	−1,9	le 1	le 27
Novembre	6,2	8,6	7,9	6,1	10,5	3,3	6,9	16,0	−2,7	le 4	le 30
Décembre	4,2	5,5	5,7	4,6	7,4	2,1	4,7	11,6	−3,1	le 6	le 1
MOYENNE	11,4	13,5	13,7	9,7	13,5	6,4	10,9	21,0	1,1		

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et les *minima* moyens	10°,9
— — — absolus mensuels	11,0
— les observations de 9 heures du matin	11,4
— la température moyenne du mois d'octobre	10,3

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum, le 14 juillet	30°,4
Minimum, le 22 février	− 5,7
Intervalle de l'échelle parcouru	36,1

Psychromètre d'August à Gand; en 1866.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	5°,15	4°,47	6°,90	5°,37	7°,01	5°,80	5°,84	4°,94
Février	4,62	3,88	6,88	5,55	7,40	5,86	5,92	5,00
Mars	4,90	3,80	7,42	5,50	8,31	5,80	5,50	3,96
Avril	11,36	9,06	14,05	10,24	14,66	9,82	10,35	8,02
Mai	13,37	10,04	14,00	10,00	14,02	10,20	10,07	7,82
Juin	21,00	16,62	22,42	16,87	21,60	17,24	17,36	14,65
Juillet	20,34	15,95	20,82	16,12	21,00	16,26	16,32	13,98
Août	17,50	14,75	18,24	15,42	19,25	15,64	15,25	13,60
Septembre	15,51	13,66	17,00	14,66	17,27	14,45	13,86	12,68
Octobre	9,90	8,70	12,77	10,54	13,00	10,46	10,10	9,00
Novembre	6,44	6.00	8,85	7,05	7,90	6,50	6,60	5,61
Décembre	4,41	3,67	5,20	4,56	5,82	4,92	5,10	4,45
MOYENNE	11,20	9,22	12,88	10,16	13,10	10,24	10,17	8,64

État hygrométrique de l'air à Gand, déduit de l'observation du psychromètre d'August, en 1866.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Janvier	6,33	6,79	6,58	6,39	90,2	89,4	83,6	87,2
Février	6,04	6,41	6,43	6,41	89,0	82,0	79,6	87,1
Mars	5,79	6,01	5,83	5,74	83,9	74,4	68,2	81,2
Avril	7,58	7,35	6,86	7,00	73,5	60,6	55,2	72,3
Mai	7,52	7,10	7,32	6,94	64,6	58,7	60,5	72,9
Juin	11,54	11,06	10,36	10,96	62,9	55,6	53,0	74,1
Juillet	10,98	10,95	11,03	10,68	62,3	60,3	60,2	76,8
Août	11,02	11,50	11,21	10,82	73,9	73,1	67,8	83,0
Septembre	10,75	11,19	10,75	10.46	81,2	77,3	73,1	87,2
Octobre	8,03	8,47	8,82	5,24	85,3	75,4	77,0	86,4
Novembre	7,13	6,85	6,80	6,63	93,8	77,2	82,9	86,3
Décembre	5,95	6,27	6,38	6,32	88,8	87,8	87,2	90,4
MOYENNE	8,22	8,32	8,19	8,05	79,1	72,6	70,6	82,1

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Gand, en 1866.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
			Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel entièrement couvert.	Ciel sans nuages.
	mm.									
Janvier . . .	111,56	13	22	»	2	3	»	3	4	»
Février . . .	117,92	20	20	2	2	9	2	2	4	»
Mars	87,18	16	17	4	5	13	»	7	5	»
Avril	43,99	9	12	»	»	»	1	1	1	2
Mai.	50,61	11	13	1	»	»	2	1	1	1
Juin	69,96	11	12	»	»	»	5	1	»	»
Juillet. . . .	86,34	11	17	»	»	»	2	»	3	»
Août	85,06	18	21	»	»	»	3	2	1	»
Septembre . .	153,17	17	20	»	»	»	2	6	4	»
Octobre . . .	11,66	3	8	»	»	2	»	12	4	»
Novembre . .	157,41	20	21	2	4	4	»	5	4	1
Décembre . .	117,92	17	21	1	1	9	»	9	11	»
TOTAL. . .	1092,78	168	204	10	14	40	19	49	42	4

État du ciel à Gand, en 1866.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.					INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi, à 3 et à 9 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclaircies.	Ciel couvert.
Janvier . . .	1,3	2,2	1,8	2,6	2,0	7	3	4	7	5	16	37	1	30	53
Février . . .	2,5	1,4	2,0	3,5	2,3	4	9	3	17	6	13	28	»	29	42
Mars. . . .	2,1	2,0	1,7	2,4	2,0	7	9	4	17	5	14	25	5	30	52
Avril. . . .	2,6	2,6	3,3	4,3	3,2	13	12	9	28	5	15	16	»	33	27
Mai	4,4	3,6	2,5	4,9	3,8	18	2	4	24	2	12	22	4	27	29
Juin. . . .	3,6	3,1	3,2	3,5	3,3	4	10	5	38	1	10	15	7	39	15
Juillet . . .	2,3	2,4	2,7	3,1	2,6	3	13	4	33	2	22	9	9	42	32
Août. . . .	0,9	1,7	2,0	4,1	2,2	2	10	2	25	3	20	33	8	37	39
Septembre. .	1,0	2,2	2,3	3,9	2,3	6	16	2	21	7	10	33	2	22	53
Octobre. . .	3,5	3,1	4,3	3,7	3,6	20	10	3	4	3	5	18	1	23	38
Novembre . .	1,3	1,7	1,5	3,6	2,1	8	2	2	10	2	10	30	6	33	47
Décembre . .	0,9	1,6	0,6	1,6	1,0	6	4	5	4	3	4	40	»	25	76
ANNÉE . .	2,2	2,3	2,3	3,4	2,5	98	100	47	228	44	151	306	43	370	503

Nombre d'indications de chaque vent à Gand, en 1866.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, midi et 3 h. du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	»	»	»	»	»	»	»	1	22	5	21	13	14	1	3	»
Février	3	1	1	»	»	»	1	1	8	9	21	6	14	5	10	»
Mars	3	6	8	1	4	1	5	3	12	4	9	7	7	5	9	4
Avril	2	»	8	2	10	4	4	3	6	6	12	2	18	4	3	1
Mai	1	2	8	6	15	»	1	»	7	1	12	4	9	3	8	9
Juin	1	»	3	2	3	2	4	»	13	5	16	5	14	6	6	»
Juillet	6	»	»	»	1	1	2	2	6	3	13	8	14	13	17	5
Août	3	»	3	»	3	»	3	4	11	2	14	5	29	9	3	»
Septembre	3	»	»	»	1	»	6	7	21	11	15	5	15	»	»	»
Octobre	2	1	4	3	10	2	21	4	9	»	7	1	5	9	8	»
Novembre	1	1	2	2	»	»	»	»	5	2	20	8	18	5	16	2
Décembre	»	»	1	»	1	»	2	»	8	6	35	4	11	8	9	»
Année	25	11	38	16	48	10	49	25	128	54	195	68	168	68	92	21

Pression atmosphérique à Liége, en 1866, par M. LECLERCQ.

MOIS.	HAUTEURS MOYENNES par mois.		MAXIMA PRINCIPAUX du mois.			MINIMA PRINCIPAUX du mois.			DIFFÉR. des *maxima* et *minima* absolus ou variations mensuelles.	DATES des *maxima*.	DATES des *minima*.
	9 heures du matin.	Midi	1ers.	2mes.	3mes.	1ers.	2mes.	3mes.			
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	756,49	756,22	762,81	773,52	760,62	746,83	731,46	750,71	42,06	les 2-25-30	les 1-11-29
Février	50,90	50,53	60,57	65,01	»	43,20	36,97	29,80	33,21	les 4-22	les 2-11-28
Mars	48,83	48,88	63,38	58,17	64,81	53,28	38,24	43,75	31,53	les 11-23-26	les 19-24 mars, le 2 avril.
Avril	54,70	54,36	58,17	64,56	65,63	49,06	52,09	42,74	22,89	les 8-15-23	les 11-19-28
Mai	53,53	55,18	49,66	62,75	65,74	38,41	47,74	44,70	27,33	le 29 avril. les 7-21 mai.	les 1-12-26
Juin	55,34	55,09	54,52	62,98	60,18	48,52	40,07	41,69	22,91	le 30 mai et les 8-24 juin.	le 31 mai, le 17 juin et le 4 juill.
Juillet	54,56	54,52	64,95	59,23	60,62	50,66	54,06	44.71	20,24	les 11-21-26	les 19-23-29
Août	52,26	52,15	54,16	58,51	59,36	46,20	48,22	43,15	16,21	les 1-11-26	les 9-17-29
Septembre	52,25	52,01	56,39	60,64	57,77	44,80	40,40	52,41	20,24	les 1-19-26	les 2-22-28
Octobre	59,16	58,70	(1)67,86	63,93	66,10	53,20	47,85	53,71	20,01	les 7-20-29	les 14-25-30
Novembre	54,96	54,67	62,34	60,59	60,02	45,12	37,14	41,48	25,95	les 10-15-23	les 13-16-25
Décembre	57,00	56,53	63,09	70,94	70,56	45,09	39,29	(2)47,23	31,99	le 29 novembre, les 9 et 20 décembre.	les 7-14-27
MOYENNE	754,33	754,07	759,07	763,23	763,11	745,36	742,79	744,77	26,21		

Extrêmes de l'année . . . *Maximum*, le 25 janvier . . . . . . 773,52 mm.
Minimum, le 28 février. 729,80

Intervalle de l'échelle parcouru 43,72

(1) Le *maximum* absolu du mois de novembre est de 763mm09.
(2) Le *minimum* absolu du mois de décembre, 738mm93, a eu lieu le 31.

Température centigrade de l'air à Liége, en 1866.

MOIS.	MOYENNE PAR MOIS.		MOYENNE PAR MOIS		TEMPÉRATURE moyenne par mois.	DIFFÉRENCE ou variation diurne.	*Maxim.* absolu par mois.	*Minim.* absolu par mois.	DIFFÉRENCE ou variation mensuelle.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
	9 heures du matin.	Midi.	des *maxima* diurnes.	des *minima* diurnes.							
Janvier	5°42	6°98	7°99	2°85	5°42	5°14	11°50	-1°30	12°80	le 22	le 12
Fevrier	5,12	7,03	8,61	3,21	5,91	5,40	15,40	-5,50	20,90	le 2	le 22
Mars	4,87	7,57	8,91	2,45	5,73	6,26	16,20	-1,40	17,60	le 29	le 15
Avril	11,23	14,22	15,93	6,90	11,41	9,03	24,70	1,10	23,60	le 28	le 24
Mai	11,59	14,36	16,26	6,03	11,14	10,23	21,60	3,00	18,60	le 27	le 17
Juin	19,27	22,03	24,30	13,98	19,14	10,32	29,10	6,80	22,30	le 27	le 18
Juillet	18,45	20,31	22,69	13,80	18,24	8,89	29,20	10,40	18,80	le 14	le 8
Août	17,29	19,44	20,99	12,91	16,95	8,08	26,90	9,50	17,40	le 27	le 19
Septembre	16,23	18,67	19,94	11,75	15,83	8,21	24,50	8,10	16,40	le 5	le 18
Octobre	9,26	12,87	14,28	5,70	9,99	8,58	21,90	-0,40	22,30	le 2	le 27
Novembre	7,00	8,33	9,30	4,19	6,74	5,11	15,90	-2,20	18,10	le 13	le 31
Décembre	4,87	6,12	6,87	2,66	4,71	4,21	12,20	-3,90	16,10	le 7	le 21
MOYENNE	10,88	13,06	14,67	7,20	10,93	7,47	20,76	2,02	18,74		

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et *minima* moyens . . . . 10°93
» les moyennes des *maxima* et *minima* absolus par mois . 11,39
» les deux extrêmes de l'année entière 11,85
» les observations de 9 h. du matin 10,88
» les observations de 9 h. du m. pendant le mois d'octobre. 9,26
» la température moyenne du mois d'octobre 10,53

TEMPÉRATURES EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum, le 14 juillet . . . . 29°20
Minimum, le 22 février. . . . . — 5,50

Intervalle de l'échelle parcouru. 34,70

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, etc., à Liége, en 1866.

MOIS.	Nombre de jours de pluie, de neige ou de grêle.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Hauteur moy. de l'eau tombée par chaque jour de pluie, de neige ou de grêle.	NOMBRE DE JOURS DE							
				Ciel sans nuages.	Pluie.	Grêle.	Neige.	Brouillard.	Gelée.	Tonnerre.	Ciel entièrem' couvert.
		mm.	mm.								
Janvier	21	91,16	4,34	4	21	2	2	2	3	1	20
Février	21	94,09	4,48	3	20	7	3	1	4	3	18
Mars	21	63,15	3,01	3	20	4	4	8	5	0	19
Avril	14	42,15	3,01	3	13	2	1	3	0	4	16
Mai	17	66,84	3,93	12	17	2	0	12	0	3	12
Juin	9	63,53	7,06	5	9	2	0	5	0	5	10
Juillet	17	70,54	4,15	3	17	0	0	2	0	3	18
Août	21	98,93	4,71	2	21	1	0	4	0	6	16
Septembre	18	90,14	5,01	3	18	1	0	7	0	5	18
Octobre	5	13,62	2,72	11	5	0	0	26	1	0	9
Novembre	25	117,00	4,68	1	25	5	4	10	2	3	19
Décembre	19	71,85	3,78	4	19	5	1	8	10	1	22
L'année	208	883,00	4,24	48	200	31	15	88	25	34	197

État du ciel à Liége, en 1866.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.			INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES, d'après les observations faites chaque jour, à 9 heures du matin et à midi.						
	9 heures du matin.	Midi.	Moyenne.	Cirrhus.	Cirrho-cumulus.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.
Janvier	2,39	2,06	2,22	9	0	21	1	4	35	24
Février	2,32	1,36	1,84	13	0	22	1	11	25	12
Mars	1,97	2,26	2,11	8	0	23	0	19	27	15
Avril	3,06	2,13	2,59	20	1	29	2	15	15	9
Mai	5,00	3,22	4,11	4	0	21	0	12	17	17
Juin	4,50	3,30	3,90	11	1	38	0	22	11	9
Juillet	2,61	2,61	2,61	10	0	30	0	23	24	25
Août	1,93	1,61	1,77	15	1	26	1	27	28	20
Septembre	2,13	1,97	2,05	11	0	26	4	18	25	21
Octobre	4,84	5,26	5,05	20	4	18	2	7	12	1
Novembre	2,40	2,23	2,31	10	2	26	0	16	26	22
Décembre	2,39	1,68	2,03	8	2	20	1	13	31	17
L'année	2,96	2,47	2,71	139	11	300	12	187	276	192

Nombre d'indications de chaque vent supérieur à Liége, en 1866.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	13	3	4	2	8	0
Février	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	15	3	1	8	4	1
Mars	0	3	4	0	0	0	7	0	1	0	11	0	0	6	0	2
Avril	1	1	1	2	1	1	5	3	0	3	2	2	2	7	2	0
Mai	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4	5	5	3	2	4	0
Juin	0	1	1	0	1	1	9	3	0	5	6	5	5	0	5	0
Juillet	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	9	4	9	5	6
Août	2	0	0	0	0	0	3	1	0	7	4	6	4	5	4	1
Septembre	0	0	2	0	0	0	6	0	0	4	26	0	2	2	2	0
Octobre	0	0	2	0	0	0	7	0	0	0	3	1	0	0	2	0
Novembre	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	1	7	5	19	1
Décembre	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	19	0	7	4	8	2
Année	5	5	12	2	2	5	42	8	1	26	126	37	39	50	63	13

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il y a eu des éclairs ou du tonnerre à Liége, en 1866.

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Année	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	9	5	0	5	4	0

Nombre d'indications de chaque vent inférieur à Liége, en 1866.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	5	28	19	7	0	2	1	0
Février	1	2	2	0	0	0	0	1	9	13	13	4	0	7	4	0
Mars	3	12	6	2	0	0	4	3	0	13	7	3	1	2	3	3
Avril	2	6	10	2	0	1	2	3	2	15	5	3	0	7	2	0
Mai	4	10	14	0	1	0	0	1	1	8	8	0	5	2	7	1
Juin	4	2	10	0	0	1	0	2	4	10	8	3	3	3	8	2
Juillet	7	5	6	0	0	1	0	3	0	7	8	6	3	5	8	3
Août	1	3	6	0	0	1	1	1	7	9	16	3	4	5	5	0
Septembre	0	5	3	0	0	2	2	1	4	33	3	3	1	3	0	0
Octobre	5	12	13	1	0	3	3	2	1	6	2	0	0	0	14	0
Novembre	1	5	2	0	0	0	0	0	0	20	15	5	0	9	3	0
Décembre	0	0	0	1	0	0	1	0	3	31	15	0	0	4	7	0
Année	28	63	72	6	1	9	13	17	36	193	159	37	17	49	62	9

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il tombait de la pluie, de la neige ou de la grêle à Liége, en 1866.
(D'après des observations relevées chaque jour à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	4	3	0	1	0
Février	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	8	0	1	6	3	0
Mars	1	3	0	0	0	1	2	0	1	3	4	1	0	4	3	0
Avril	1	2	1	0	0	0	2	0	0	4	1	2	1	6	1	0
Mai	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	4	1	2	2	3	0
Juin	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	1	1	3	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	4	3	3	1	0
Août	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	9	3	1	3	0	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	0	2	1	0	0
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Novembre	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	4	0	3	6	9	1
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	8	0	3	5	2	0
Année	2	6	3	0	0	1	9	5	6	36	67	16	22	36	23	1

Nombre d'indications de très-forts vents et de tempêtes à Liége, en 1866.
(D'après des observations relevées chaque jour à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	7	4	0	0	2	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	2	0	4	0	0
Mars	0	2	3	0	0	0	2	2	0	4	2	0	0	0	1	0
Avril	0	1	4	0	0	0	1	1	1	3	2	0	0	1	0	0
Mai	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0
Juillet	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	0	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	2	0	0	0	0
Octobre	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	1	4	2	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	0	2	2	0	0
Année	0	5	8	0	0	1	3	5	8	41	38	14	6	12	5	0

Pression atmosphérique à Ostende, en 1866, par M. Cavalier [1].

La correction + 0mm05 a été appliquée aux hauteurs barométriques observées en 1866.

MOIS.	Hauteur moyenne du baromètre par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	Différence ou variation mensuelle.	Date du *maximum*.	Date du *minimum*.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.		
Janvier .	759,54	759,48	759,08	759,55	759,97	760,20	778,24	732,53	45,71	le 25	le 11
Février .	55,03	54,78	54,09	54,56	54,80	54,93	70,16	33,00	37,16	le 21	le 11
Mars. . .	54,32	54,40	54,07	54,06	54,22	53,98	70,19	40,59	29,60	le 10	le 19
Avril. . .	59,89	59,80	59,39	59,32	59,71	59,57	73,04	47,45	25,59	le 22	le 2
Mai . . .	61,12	61,06	60,86	60,87	61,20	61,17	72,13	45,00	27,13	le 16	le 1
Juin. . .	60,56	60,61	60,36	60,08	60,37	60,31	68,75	46,60	22,15	le 9	le 17
Juillet. .	59,89	59,96	59,72	59,66	59,98	59,84	69,83	46,25	23,58	le 11	le 2
Août. . .	56,84	56,97	56,84	56,72	57,12	56,97	64,69	44,33	20,36	le 11	le 29
Sep.(23 j.)	54,82	54,88	54,87	54,94	55,26	55,12	65,18	40,75	24,43	le 18	le 22
Oct.(26 j.)	64,63	64,26	63,80	64,00	64,35	64,25	73,85	53,10	20,75	le 7	le 25
Novemb.	60,20	59,98	59,71	60,02	60,13	60,11	69,48	40,42	29,06	le 17	le 16
Décemb.	61,62	61,31	60,87	60,70	60,85	60,71	75,68	42,47	33,21	le 20	le 30
Moyenne.	759,04	758,96	758,64	758,71	758,99	758,93	770,94	742,71	28,23	le 25 janv.	le 11 janv.

Extrêmes de l'année. . . . { *Maximum*, le 25 janvier . . . . mm. 778,24
{ *Minimum*, le 11 janvier 732,53

Intervalle de l'échelle parcouru. 45,71

Température centigrade de l'air à Ostende, en 1866 (*).

MOIS.	Température moyenne par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	Moyenne par mois.	*Maximum* des moyennes diurnes.	*Minimum* des moyennes diurnes.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	Date du *maximum* absolu.	Date du *minimum* absolu.
Janvier. .	6°24	7°36	7°69	6°98	6°54	5°99	8°54	4°06	6°30	9°80	2°60	11°80	0°40	les 21 et 22	le 12
Février. .	5,70	7,14	7,42	6,94	6,45	5,83	8,46	3,85	6,16	10,25	2,05	12,80	-2,20	le 2	le 22
Mars. . .	5,64	7,34	7,60	6,27	5,37	4,72	8,13	2,81	5,47	10,10	2,60	13,30	-1,00	le 16	le 6
Avril. . .	11,13	13,14	13,42	11,98	9,68	8,55	14,71	6,56	10,63	17,15	6,40	23,30	3,40	le 26	le 24
Mai . . .	11,87	13,23	13,44	13,13	10,43	8,87	14,65	6,51	10,58	13,55	5,50	20,00	2,70	le 19	le 5
Juin . . .	18,19	19,66	19,33	19,40	16,45	15,43	21,14	13,16	17,15	20,75	11,70	28,00	8,10	le 3	le 17
Juillet . .	17,41	18,73	18,66	18,41	16,10	15,28	20,05	14,01	17,03	23,80	14,10	30,30	10,60	le 13	le 7
Août. . .	16,01	17,61	17,90	17,55	15,66	14,69	18.82	13,05	15,93	20,25	13,15	26,50	10,70	le 26	le 19
Sept. (23j.)	14,49	16,15	16,42	15,26	13,91	3,40	17,80	11,66	14,73	19,00	11,90	23,70	8,10	le 29	le 18
Oct. (26 j.)	10,42	12,56	12,99	11,54	10,17	9,19	14,30	8,33	11,31	17,50	6,35	19,10	3,00	le 8	le 27
Novemb.	8,21	9,43	9,57	8,80	8,37	7,87	10,51	6,10	8,30	12,85	1,00	15,40	-0,60	le 3	le 30
Décemb..	5,66	6,45	6,66	6,34	6,22	5,91	7,99	3,95	5,97	11,35	0,25	12,50	-1,00	le 4	le 1
Moyenne.	10,91	12,40	12,59	11,88	10,45	9,64	13,76	7,84	10,80	15,51	6,47	19,73	3,52	le 13 juill.	le 22 fév.

Température moyenne de l'année.

D'après les *maxima* et *minima* moyens. . . . . . . 10°80
» » » des moyennes diurnes . . 10,99
» » » absolus mensuels . . . 11,62
» les observations de 9 h. du matin 10,91
» » » » et 9 h. du soir. 10,68
» la température moyenne du mois d'octobre . . 11,31

Extrêmes de l'année.

Maximum, le 13 juillet. . . . . 30°30
Minimum, le 22 février. . . . . -2,20

Intervalle de l'échelle parcouru . . . . 32°50

(*) D'après de récentes comparaisons, il a été constaté que les indications du thermomètre à *minima* exigent la correction -0°1; cette correction a été appliquée aux nombres donnés par l'observation.

(1) Les observations barométriques et psychrométriques, ainsi que celles de la température de l'air et de l'eau de mer, ont été interrompues pendant 12 jours, du 24 septembre au 5 octobre.

Psychromètre d'August à Ostende, en 1866.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		6 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.		MINUIT.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier. . .	6°,24	5°,28	7°,36	5°,97	7°,69	6°,23	6°,98	5°,72	6°,54	5°,45	5°,99	4°,93
Février. . .	5,70	4,67	7,14	5,61	7,42	5,87	6,94	5,59	6,45	5,09	5,83	4,54
Mars	5,64	4,30	7,34	5,30	7,60	5,41	6,27	4,61	5,37	3,99	4,72	3,64
Avril	11,13	8,61	13,14	9,77	13,42	9,92	11,98	9,23	9,68	7,88	8,55	7,05
Mai.	11,87	8,63	13,23	9,68	13,44	9,82	13,13	9,72	10,43	8,13	8,87	7,07
Juin	18,19	14,99	19,66	15,82	19,33	15,66	19,40	15,64	16,45	14,41	15,43	13,82
Juillet . . .	17,41	14,48	18,73	15,04	18,66	15,06	18,41	14,92	16,10	13,92	15,28	13,47
Août	16,01	13,76	17,61	14,57	17,90	14,82	17,55	14,74	15,66	13,86	14,69	13,23
Sept. (23 j.)	14,49	13,01	16,15	13,74	16,42	13,87	15,26	13,23	13,91	12,48	13,40	12,18
Oct (26 j.).	10,42	8,95	12,56	10,32	12,99	10,68	11,54	10,00	10,17	8,84	9,19	8,05
Novembre .	8,21	6,90	9,43	7,75	9,57	7,86	8,80	7,24	8,37	6,81	7,87	6,43
Décembre .	5,66	4,67	6,45	5,29	6,66	5,46	6,34	5,18	6,22	5,12	5,91	4,94
Moyenne. .	10,91	9,02	12,40	9,91	12,60	10,06	11,88	9,65	10,45	8,83	9,64	8,28

État hygrométrique de l'air à Ostende, déduit de l'observation du psychromètre, en 1866.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.						HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.					
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.						
Janvier . .	6,50	6,55	6,63	6,51	6,50	6,28	86,7	81,4	80,8	82,8	85,0	85,1
Février . .	6,21	6,31	6,42	6,42	6,19	6,00	85,7	79,5	79,5	81,9	80,1	82,1
Mars . . .	5,87	5,89	5,84	5,80	5,71	5,75	81,2	73,3	71,5	77,1	80,3	84,2
Avril . . .	7,20	7,33	7,34	7,41	7,24	7,00	70,9	63,9	62,9	69,3	77,9	80,8
Mai . . .	6,78	7,18	7,22	7,28	7,08	6,83	63,8	62,2	61,8	63,5	72,8	77,3
Juin . . .	10,93	11,21	11,18	11,10	11,19	10,99	79,4	66,2	67,3	66,6	79,9	83,4
Juillet . .	10,71	10,68	10,75	10,71	10,74	10,63	72,2	66,6	67,4	68,1	78,3	81,4
Août. . .	10,58	10,72	10,88	10,98	10,91	10,67	77,6	71,5	71,3	73,4	81,7	84,6
Sept. (23 j.)	10,52	10,48	10,49	10,35	10,19	10,12	83,1	76,2	75,0	79,3	84,8	86,8
Oct. (26 j.) .	8,01	8,34	8,51	8,56	8,03	7,72	82,4	75,3	74,8	82,2	83,9	85,7
Novembre .	7,04	7,24	7,28	7,06	6,84	6,74	82,9	79,0	78,9	80,0	79,9	81,2
Décembre .	6,23	6,39	6,44	6,34	6,35	6,35	86,2	84,1	83,6	83,8	84,7	86,5
Moyenne. .	8,05	8,19	8,25	8,21	8,08	7,92	78,6	73,3	72,9	75,7	80,8	83,3

Quantité de pluie, de grêle, etc.; nombre de jours de pluie, de grêle, etc.; et sérénité du ciel à Ostende, en 1866.

MOIS.	Quantité de pluie.	Quantité de neige.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							SÉRÉNITÉ DU CIEL.						
					Pluie.	Grêle.	Neige.	Tonnerre.	Brouill.	Ciel couvert.	Ciel serein.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	MOYENNES.
	mm.	mm.	mm.															
Janvier.	74,040	1,350	75,390	17	16	2	3	0	7	5	0	1,23	1,84	2,06	3,06	2,97	3,52	2,45
Février.	73,940	0,610	74,550	19	22	5	2	1	2	3	0	2,32	1,68	2,14	1,50	3,18	4,54	2,56
Mars . .	42,600	2,520	45,120	15	18	3	2	0	11	6	0	1,77	1,52	1,68	1,19	2,94	3,48	2,10
Avril . .	47,650	»	47,650	8	11	2	0	1	3	1	0	3,60	4,27	3,33	3,03	5,10	4,60	3,99
Mai. . .	21,175	»	21,175	9	11	3	0	1	1	2	1	4,35	4,45	4,55	4,87	5,13	5,71	4,84
Juin . .	69,745	»	69,745	12	15	1	0	5	3	2	0	4,23	3,53	4,03	4,47	2,94	4,40	3,93
Juillet .	84,250	»	84,250	15	18	0	0	3	1	4	0	2,48	3,23	3,55	3,39	3,58	3,39	3,27
Août . .	72,590	»	72,590	24	26	0	0	4	6	3	0	1,68	2,29	3,13	2,58	3,77	4,00	2,91
Sept. . .	94,210	»	94,210	22	22	0	0	0	10	5	0	2,83	2,70	3,40	2,87	3,93	3,03	3,13
Octob. .	15,660	»	15,660	11	11	0	0	0	11	2	1	3,13	3,55	4,06	3,29	5,00	4,52	3,93
Nov. . .	90,055	»	90,055	19	22	7	0	0	4	3	1	2,10	1,60	1,33	2,93	2,77	2,00	2,16
Déc. . .	51,250	»	51,250	18	20	0	0	0	11	11	0	1,68	1,74	1,94	2,16	1,55	2,58	1,94
L'Année.	737,165	4,480	741,645	189	212	23	7	15	70	49	3	2,62	2,70	2,95	2,95	3,57	3,81	3,10

Nombre d'indications de chaque vent inférieur à Ostende, en 1866.

(D'après la girouette, observée chaque jour à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	NOMBRE d'observations	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	93	1	0	0	0	0	0	0	1	18	15	25	8	13	6	4	2
Février	84	2	0	7	1	1	1	1	0	12	8	23	7	12	5	4	0
Mars	93	6	0	10	9	5	0	4	3	13	6	7	8	10	4	6	2
Avril	90	1	4	12	11	2	4	6	4	9	2	7	8	14	5	1	0
Mai	93	11	1	13	4	15	2	4	0	2	3	6	10	12	1	7	2
Juin	90	2	7	11	1	1	1	2	3	7	5	9	5	11	11	12	2
Juillet	93	12	6	12	2	1	0	1	0	1	1	11	20	7	7	6	6
Août	93	3	2	4	1	1	3	1	4	7	5	16	17	14	4	9	2
Septembre	90	0	1	1	1	5	3	1	3	10	26	11	8	15	3	2	0
Octobre	93	4	6	5	6	12	6	9	7	10	0	8	3	4	2	9	2
Novembre	90	2	1	4	0	2	2	2	0	1	7	29	5	8	11	13	3
Décembre	93	0	1	0	0	0	0	2	1	10	26	24	7	10	7	3	2
9 heures du matin		10	6	19	14	18	13	15	12	39	44	58	28	40	18	23	8
Midi		15	11	26	14	14	5	10	8	28	30	66	39	47	16	29	7
3 heures du soir		19	12	34	8	13	4	8	6	33	30	52	39	43	32	24	8
L'ANNÉE.	1095	44	29	79	36	45	22	33	26	100	104	176	106	130	66	76	23

Vents remarquables et leurs directions à Ostende, en 1866.

MOIS.	GRANDS.	TRÈS-GRANDS.	EXTRAORDINAIRES.	N.	NNE.	ENE.	E.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	1	6	5	»	2	»	»	1	1	5	»	3	»	»	»
Février	2	2	8	1	»	»	»	»	»	4	3	4	»	»	»
Mars	1	4	2	2	2	»	»	»	»	2	1	»	»	»	»
Avril	2	4	»	»	»	2	»	»	»	»	2	2	»	»	»
Mai	2	4	1	»	»	2	1	»	»	1	2	»	»	1	»
Juin	2	1	2	»	»	»	»	»	»	1	2	1	»	1	»
Juillet	4	5	»	»	»	»	»	»	»	1	5	»	2	1	»
Août	1	8	2	»	»	»	»	»	»	3	2	»	3	2	1
Septembre	1	9	3	»	»	»	»	»	1	9	1	2	»	»	»
Octobre	2	0	»	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
Novembre	3	8	8	»	»	»	»	»	»	»	3	1	2	12	1
Décembre	3	12	2	»	»	»	»	»	»	7	1	4	4	1	»
ANNÉE	24	63	33	4	4	4	1	1	2	31	22	17	11	18	2

Température centigrade de l'eau de mer, à Ostende, en 1865 et en 1866.

MOIS.	1865.						1866.					
	MOYENNE par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE	Date du *maximum* absolu.	Date du *minimum* absolu.	MOYENNE par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE	Date du *maximum* absolu.	Date du *minimum* absolu.
Janvier . . .	»	»	»	»	»	»	6°,26	7°,50	4°,90	2°,60	le 23	le 13
Février . . .	»	»	»	»	»	»	6,53	8,00	5,00	3,00	le 2	les 21 et 22
Mars	»	»	»	»	»	»	5,50	7,90	4,60	3,30	le 31	le 16
Avril	»	»	»	»	»	»	9,86	12,50	7,90	4,60	le 27	les 2 et 5
Mai	»	»	»	»	»	»	11,89	13,90	9,60	4,30	le 30	le 1
Juin	16°,93	18°,10	15°,40	2°,70	le 11	le 19	16,74	19,20	13,90	5,30	le 30	le 1
Juillet. . . .	19,13	20,90	16,50	4,40	le 26	le 4	18,09	20,05	16,20	3,85	le 16	le 9
Août	18,17	19,40	17,00	2,40	le 24	le 19	16,60	17,80	15,50	2,30	les 1, 26 et 27	le 8
Septembre *. .	19,19	20,30	17,20	3,10	le 10	le 30	15,54	17,15	14,40	2,75	le 1	le 23
Octobre ** . .	13,79	16,60	10,10	6,50	les 1, 2 et 3.	le 31	12,93	15,80	10,95	4,85	le 7	le 31
Novembre . .	9,11	10,60	7,90	2,70	le 1	le 14 et le 16	9,34	11,50	6,40	5,10	le 6	le 30
Décembre . .	6,41	8,80	4,40	4,40	le 1	le 26	7,09	8,75	5,65	3,10	les 6 et 13	les 23 et 26
L'ANNÉE. .	14,68	16,39	12,64	3,75	le 26 juill.	le 26 déc.	11,36	13,34	9,58	3,76	le 16 juill.	le 16 mars.

* Le mois de septembre ne compte que 21 jours d'observation en 1865 et 23 en 1866.

** Le mois d'octobre ne compte que 20 jours d'observation en 1866.

Radiation solaire à Ostende, en 1866.

(D'après les observations faites à midi, au moyen de l'héliothermomètre, à échelle centigrade.)

MOIS.	NOMBRE d'observations.	MOYENNE.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCE.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
Janvier	»	»	»	»	»	»	»
Février	»	»	»	»	»	»	»
Mars	»	»	»	»	»	»	»
Avril	8	41°,10	47°,80	37°,40	10°,40	le 27	le 23
Mai	7	41,76	44,50	40,10	4,40	le 19	le 17 et le 22
Juin	11	46,98	51,00	42,70	8,30	le 21	le 15
Juillet.	6	48,90	55,10	45,10	10,00	le 13	le 17
Août	3	46,30	49,50	44,30	5,20	le 26	le 18
Septembre	2	41,30	41,80	40,80	1,00	le 18	le 1
Octobre	4	32,48	40,10	27,70	12,40	le 8	le 27
Novembre	1	34,10	34,10	34,10	0,00	le 3	le 3
Décembre	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNE. . . .	42	41,62	45,49	39,03	6,46	le 13 juillet.	le 27 octobre.

Orages observés à Ostende, en 1866, par M. Cavalier.

Le 11 février,	de 6 h. à 11 h. du soir, très-fort orage avec tempête de l'ONO.; vifs éclairs et averses de grêle.
13 avril,	de $9^{1}/_{2}$ h. à $10^{1}/_{2}$ h. du soir, violent orage, 22 coups de tonnerre, forte grêle et pluie, donnant 19mm,225 d'eau.
31 mai,	de 4 h. à 5 h. du soir, orage.
2 juin,	de 4 h. à $4^{1}/_{2}$ h. du soir, orage.
3 »	de 9 h. à 10 h. du soir, orage.
4 »	de 2 h. à 4 h. du matin, assez fort orage; vers 3 h. il y eut un fort coup de vent d'O.
27 »	de 1 h. à 4 h. du soir, violent orage; tonnerre sans interruption pendant deux heures; on rapporte que la foudre est tombée en plusieurs endroits, aux environs de la ville; eau tombée pendant l'orage : 37mm,645, dont 35mm,210 dans l'espace de 30 minutes; le vent a soufflé constamment entre le NO. et le S.
Le 7 juillet,	de $3^{1}/_{2}$ h. à $4^{1}/_{2}$ h. du matin, fort orage.
29 »	de 5 h. à $6^{1}/_{2}$ h. du soir, fort orage.
9 août,	à $11^{1}/_{2}$ h. du soir, orage.
17 »	à 7 h. du soir, orage.
27 »	de 9 h. à $11^{1}/_{2}$ h. du matin, fort orage.
28 »	de 6 à 7 h. du matin, fort orage.
28 »	de $5^{1}/_{2}$ h. à $7^{1}/_{2}$ du soir, fort orage.

Tempêtes observées à Ostende, en 1866, par M. Cavalier.

Les 8, 9 et 10 janvier.	Tempête de l'O.
11 et 12 »	Tempête du NNO.
Du 1er au 8 février.	Tempête du SO. à l'ONO. Elle atteignit son *maximum* de force dans la nuit du 4 au 5 : vers minuit 30 minutes, il y eut un fort coup de vent (1), accompagné de grêle et d'un vif éclair.
Le 11 février, à 6 h. du s.	Une nouvelle tempête du SO. a éclaté et régné avec la plus grande violence jusqu'au matin du lendemain. Pendant toute la soirée du 11, il y eut des averses de grêle, de vifs éclairs et du tonnerre; bien que celui-ci suivit presque immédiatement les éclairs, c'est à peine si on pouvait le distinguer du bruit dominant du vent.
Du 23 au 24 mars.	Pendant la nuit, violente tempête du SO.
Du 12 au 13 mai.	Tempête du NO.
Le 17 juin.	» du NO.
Les 18 et 19 juin.	» du SO.
Les 3, 4 et 5 juillet.	Tempête du SO.
29 et 30 »	» de l'ONO.
Le 7 août.	» du SO.
Le 17 »	» de l'ONO.
Du 2 au 3 septembre.	» de l'OSO.
Du 4 au 7 »	» du SO.
Du 11 au 12 »	» du SO.
Le 14 septembre.	» du SO.
Du 16 au 17 septembre.	» de l'ONO.
Du 21 au 22 »	» du SO.
Le 28 octobre.	» du N.
Le 30 »	» du SO.
Le 12 novembre.	Grande tempête du SO., depuis minuit jusqu'au midi du lendemain; un peu après midi, le 13, le vent qui était au SO. a sauté à l'ONO., et vers 7 h. du soir la tempête s'est déchaînée de nouveau avec fureur, dans la direction du NO.; elle a duré jusqu'au 14 à minuit.
Du 16 au 17 novembre.	Grande tempête du NO.
Le 18 novembre.	Tempête de l'OSO. au NO.

(1) Un moulin, situé à côté de la gare du chemin de fer, fut renversé par sa violence.

Le 19 novembre	Grande tempête du NO.
Le 20 »	Tempête du NO.
Du 23 au 24 novembre.	Grande tempête du NO.
Le 25 novembre.	Tempête de l'O. au NO.
Le 26 »	» du NO.
Le 27 »	» du NNO.
Du 5 au 6 décembre.	Tempête du SO.
Le 7 et le 8 »	Forte tempête de l'ONO.
Du 9 au 16 »	Bourrasques par des vents entre le NO. et le SO.
Du 27 au 29 »	Bourrasques par des vents entre l'ONO. et l'OSO.

Phénomènes divers observés à Ostende, en 1866, par M. Cavalier.

Météore. — Le 20 juin, à 11 h. du matin, passage au côté SSE. de la ville, d'un météore à lueur blanchâtre, ayant la forme conique allongée d'une poire et la grosseur apparente d'une bouée. La direction de sa course était de l'ENE. à l'OSO. Il a fait explosion à quelques lieues d'ici. Le bruit de sa détonation fut entendu en ville et ressemblait à un coup de foudre sec; une personne qui se trouvait à bord d'un yacht, à la hauteur de *Stroms Banck,* comparait ce bruit à celui produit par la décharge d'un canon du plus fort calibre.

Nuées de mouches. — Dans l'après-midi du 19 août, l'air était chargé de nuées de mouches, et vers le soir le sol, en plusieurs endroits, en était complétement couvert.

Étoiles filantes. — Le 14 novembre, à 1 h. du matin, et pendant la tempête du NO., le ciel avait un aspect des plus remarquables. Des nuages détachés, chassés et dissipés par le vent, laissaient des éclaircies très-considérables, mais légèrement voilées. On y voyait partout de nombreuses étoiles filantes, de nuances et de longueurs différentes. Dans la partie du ciel qu'occupe le Cancer, et presque au milieu de cette constellation, j'en ai compté 47 qui, divergeant du même point, prenaient diverses directions et présentaient l'aspect d'une décharge de fusées volantes.

Pression atmosphérique à Ostende, en 1866, par M. MICHEL.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE par mois.			*Maximum* absolu PAR MOIS.	*Minimum* absolu PAR MOIS.	DIFFÉRENCE ou variation mensuelle.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.					
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	758,72	758,79	758,51	778,05	732,13	45,92	le 25	le 11
Février	54,62	54,30	53,83	67,96	36,86	31,10	le 22	le 28
Mars	53,92	53,98	53,76	69,93	40,74	29,19	le 11	le 24
Avril	59,67	59,55	59,13	71,79	47,18	24,61	le 23	le 2
Mai	60,77	60,82	60,45	72,24	45,36	26,88	le 16	le 1
Juin	60,48	60,55	60,33	68,28	46,15	22,13	les 8 et 9	le 17
Juillet	59,47	59,50	59,54	68,33	46,37	21,96	le 12	le 3
Août	56,64	56,73	56,59	64,54	43,98	20,56	le 26	le 29
Septembre	55,91	55,83	55,84	63,78	40,55	23,23	le 18	le 22
Octobre	63,64	63,41	62,99	73,74	50,01	23,73	le 7	le 25
Novembre	59,58	59,31	59,17	68,88	42,46	26,42	le 29	le 16
Décembre	61,19	60,80	60,35	75,56	43,89	31,67	le 20	le 31
MOYENNE	758,71	758,63	758,37	770,26	742,97	27,28	le 25 janv.	le 11 janv.

Extrêmes de l'année . . . . { *Maximum*, le 25 janvier . . . . 778,05 mm.
{ *Minimum*, le 11 janvier 732,13

Intervalle de l'échelle parcouru . . . 45,92

Température centigrade de l'air à Ostende, en 1866.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS.			*Minimum* absolu par mois.	DATE du *minimum*.	*Minimum* des moyennes diurnes.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.			
Janvier	6°,18	7°,41	7°,60	1°,50	le 12	6°,40
Février	5,70	7,36	7,40	−1,10	le 22	−2,80
Mars	5,38	6,94	7,47	1,30	le 6	−1,90
Avril	10,91	12,54	14,04	6,80	le 1	2,90
Mai	11,49	12,77	14,83	4,30	le 1	2,30
Juin	17,96	18,43	19,52	8,50	le 17	7,00
Juillet	17,58	18,78	20,14	12,00	le 3	9,90
Août	16,27	17,70	19,17	12,90	le 12	9,40
Septembre	15,06	16,76	17,50	12,00	le 23	8,40
Octobre	10,96	13,25	13,67	6,00	le 28	1,60
Novembre	8,21	9,54	9,67	0,20	le 30	−0,90
Décembre	5,66	6,63	6,74	−0,60	le 1	−1,60
MOYENNE	10,95	12,34	13,15	5,28	le 22 février	2,89

Psychromètre à Ostende, en 1866.

MOIS.	9 HEURES DU MATIN.		MIDI.		3 HEURES DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier.	5°,80	4°,95	6°,98	5°,71	7°,19	5°,82
Février.	5,30	4,37	6,90	5,54	6,91	5,62
Mars.	4,97	3,88	6,52	4,71	6,95	4,90
Avril	10,42	8,14	11,56	8,98	13,08	9,66
Mai	10,95	8,14	11,89	9,09	13,01	9,65
Juin.	17,29	14,50	17,95	15,02	18,83	15,39
Juillet	16,49	13,73	17,65	14,59	18,05	14,99
Août	15,54	13,88	16,84	14,53	17,69	15,03
Septembre.	14,53	12,92	16,14	13,75	17,05	14,19
Octobre.	10,57	9,45	12,71	10,88	13,16	11,11
Novembre.	7,85	6,60	9,12	7,53	9,31	7,21
Décembre.	5,27	4,38	6,22	5,14	6,37	5,23
MOYENNE. . . .	10,41	8,74	11,71	9,62	12,30	9,98

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, de tonnerre, de brouillard, etc., à Ostende, en 1866.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres.	Quantité de neige recueillie par mois en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
				Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel couvert.	Ciel sans nuages.
Janvier	82,440	6,748	20	13	5	1	2	0	9	5	0
Février	85,809	0,032	24	13	4	1	4	0	2	4	0
Mars.	37,499	2,716	18	9	8	3	5	0	9	5	0
Avril.	50,860	»	11	3	3	0	0	2	5	0	1
Mai	19,098	»	12	11	0	0	1	1	3	0	2
Juin.	60,827	»	14	8	1	0	0	10	4	0	0
Juillet.	76,074	»	16	13	1	0	0	4	1	0	0
Août.	97,887	»	26	15	0	0	0	3	4	0	0
Septembre	101,781	»	23	16	0	0	0	0	3	0	0
Octobre.	12,891	»	16	6	0	0	0	0	13	4	0
Novembre.	91,702	»	21	10	3	0	1	0	4	3	0
Décembre.	56,158	»	16	14	0	0	5	0	12	11	0
TOTAL. . .	773,026	9,496	217	131	25	5	18	20	69	32	3

État du ciel à Ostende, en 1866, par M. MICHEL.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.				INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cumu-lus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclair-cies.	Ciel couvert.
Janvier	2,06	2,29	2,52	2,29	1	1	6	7	11	17	14	22	3	33
Février	2,68	2,14	2,29	2,34	0	2	1	4	11	30	11	22	0	29
Mars	2,23	2,29	2,39	2,30	0	3	4	5	11	30	19	11	2	31
Avril	4,37	4,47	4,43	4,42	6	3	0	11	17	38	12	4	2	13
Mai	4,84	4,97	5,39	5,07	9	2	3	11	11	39	8	10	1	20
Juin	4,43	4,73	5,07	4,74	2	3	3	24	15	45	5	7	0	14
Juillet	2,94	3,81	3,74	3,49	0	4	1	11	15	44	5	7	10	10
Août	2,45	2,77	3,45	2,96	0	4	1	7	12	44	12	12	7	14
Septembre	2,17	2,43	3,07	2,56	0	1	2	12	16	37	9	14	5	19
Octobre	2,42	2,87	2,94	2,76	0	1	1	10	27	7	35	7	12	27
Novembre	2,67	2,40	1,87	2,31	2	1	2	7	7	37	6	12	9	21
Décembre	1,90	1,90	1,70	1,83	0	2	1	10	11	14	25	19	5	28
ANNÉE	3,26	3,09	3,24	3,09	20	27	25	119	164	382	161	147	56	259

Nombre d'indications de chaque vent à Ostende, en 1866.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 heures du matin, à midi et à 3 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de jours.
Janvier	0	0	0	0	0	0	5	3	19	10	18	7	13	5	9	1	31
Février	2	2	3	2	1	0	2	2	18	3	18	2	13	5	9	1	28
Mars	5	4	10	4	6	1	8	11	4	2	6	1	11	2	15	0	31
Avril	3	9	10	1	15	4	6	2	3	0	3	4	19	6	2	0	30
Mai	13	10	5	10	10	0	0	0	6	0	5	2	16	4	8	3	31
Juin	17	4	0	1	1	2	1	2	9	1	6	4	13	4	21	0	30
Juillet	12	6	4	2	0	0	1	0	3	0	6	5	21	5	22	5	31
Août	8	1	2	0	1	1	4	1	13	0	11	3	22	8	16	1	31
Septembre	0	0	0	0	5	2	1	6	42	0	8	1	13	1	10	0	30
Octobre	8	4	9	1	19	1	6	8	9	2	3	0	5	0	9	1	31
Novembre	0	3	1	0	5	1	0	0	14	7	10	3	11	5	23	5	30
Décembre	0	0	0	0	2	1	0	4	39	2	11	0	17	8	6	3	31
ANNÉE	68	43	44	21	65	13	34	39	179	27	106	32	174	53	150	20	365

Intensité du vent à Ostende, en 1866, par M. Michel.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	0 Calme plat.	1 Sillage de 1 à 2 nœuds	2 Sillage de 3 à 4 nœuds.	3 Sillage de 5 à 6 nœuds.	4 Brise de perroquets.	5 Un ris aux huniers.	6 Deux ris aux huniers.	7 Trois ris aux huniers.	8 Les huniers au bas-ris.	9 Au bas-ris des voiles basses.	10 Ouragan.
Janvier	3	12	24	18	16	7	3	6	3	1	0
Février	1	17	16	9	15	9	4	6	6	0	1
Mars	3	23	30	19	9	6	2	1	0	0	0
Avril	3	33	25	9	10	5	5	0	0	0	0
Mai	1	26	26	20	9	7	2	1	1	0	0
Juin	4	38	26	14	3	2	0	0	1	0	2
Juillet	1	24	36	18	5	1	7	0	0	1	0
Août	1	44	17	14	5	3	4	2	1	0	0
Septembre	1	40	14	10	13	3	4	2	2	1	0
Octobre	7	49	29	3	2	3	1	0	0	0	0
Novembre	2	18	15	19	7	7	8	4	3	4	3
Décembre	0	32	19	10	7	5	8	5	4	1	1
Total	27	356	277	163	101	60	48	27	21	8	7

Observation de la quantité d'eau tombée à Anvers, en 1866, par M. De Boe.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres.	*Observations.*
Janvier	mm. 70,4	L'udomètre dont on a fait usage a été placé sur une plate-forme, à 15 mètres environ au-dessus du sol, pendant une partie de l'année, et dans un jardin, au niveau du sol, depuis la mi-mai jusqu'à la fin d'octobre.
Février	86,5	
Mars	70,2	
Avril	30,6	
Mai	55,4	
Juin	36,4	
Juillet	93,0	
Août	75,2	
Septembre	93,4	
Octobre	8,6	
Novembre	153,4	
Décembre	75,8	
L'année	848,9	

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS. — Règne végétal. — 1866.

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1866.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanssweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	DOLHAIN. — (M. Husson.)
Acer campestre. L.	—	—	18 avril.	—	10 avril.	25 avril.
» Pseudo-Platanus. L.	—	—	19 »	—	12 »	25 »
Æsculus Hippocastanum. L.	11 avril.	20 avril.	21 »	28 mars.	4 »	15 »
» lutea. Pers.	—	27 »	—	—	5 »	
» Pavia. L.	16 avril.	—	28 avril.	—	4 »	18 avril.
Alnus glutinosa L.	—	—	21 »			
Amygdalus Persica. L. (β *mad.*).	9 avril.	—	20 »	18 mai.	15 mars.	18 avril.
Aristolochia Sipho. L.	—	—	—	—	15 avril.	28 »
Berberis vulgaris. L.	—	13 avril.	21 avril.	—	12 »	11 »
Betula alba. L.	—	—	21 »	15 avril.	14 »	20 »
» Alnus. L.	—	—	—	3 »	14 »	
Bignonia Catalpa. L.	29 avril.	—	—	6 »	—	12 mai.
» radicans. L.	—	20 mai.	—	—	20 avril.	
Buxus sempervirens. L.	—	—	—	—	3 »	
Carpinus Betulus. L.	—	—	21 avril.	—	8 »	23 avril.
Cercis Siliquastrum. L.	—	—	—	—	18 »	
Colutea arborescens. L.	—	—	—	—	7 »	
Corchorus japonicus. L.	—	19 mars.	—	—	1 mars.	21 mars.
Cornus mascula. L.	—	4 avril.	—	—	8 avril.	27 avril.
» sanguinea. L.	—	—	4 mai.	—	8 »	27 »
Corylus Avellana. L.	—	—	19 avril.	30 mars.	5 »	15 »
Cratægus Oxyacantha. L.	1 avril.	12 avril.	16 »	3 avril.	1 »	12 »
Cytisus Laburnum. L.	—	15 »	15 »	—	1 »	25 »
Daphne Mezereum. L.	—	—	—	24 mars.	1 mars.	
Evonymus europæus. L.	—	26 avril.	7 mai.	—	8 avril.	
Fagus Castanea. L.	20 avril.	—	—	—	1 mai.	
» sylvatica. L.	—	—	5 mai.	—	1 »	26 avril.
Fraxinus excelsior. L.	25 avril.	17 mai.	10 »	—	25 avril.	30 »
» Ornus. L.	—	—	10 »			
Genista juncea. L.	20 avril.	—	—	—	22 avril.	
Ginkgo biloba. L.	—	—	14 mai.			
Gleditschia ferox	—	—	—	—	26 avril.	

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1866.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.
Gleditschia Triacanthos L.	—	—	15 mai.			
Glycine sinensis. L.	27 avril.	—	10 »	—	28 avril.	28 avril.
Gymnocladus canadensis. L.	—	—	—	—	25 »	
Hedera Helix. L.	—	—	10 mai.			
Hippophaë rhamnoides. L.	—	—	—	4 avril.	1 avril.	
Hydrangea arborescens. L.	—	16 avril.	—	—	6 »	
Juglans nigra. L.	20 avril.	23 »	16 mai.			
» regia. L.	24 »	—	27 »	12 avril.	—	3 mai.
Ligustrum vulgare. L.	—	—	15 avril.	—	4 avril.	13 avril.
Liriodendron tulipifera. L.	—	7 mai.	5 mai.	—	—	26 »
Lonicera Periclymenum. L.	31 janv.	—	—	19 janv.	15 janv.	16 févr.
» Symphoricarpos. L.	—	—	—	—	1 avril.	
» tatarica. L.	—	23 févr.	—	—	15 janv.	16 févr.
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	10 mars.	
Magnolia tripetala L.	9 avril.	—	1 mai.			
» Yulan. Desf.	—	—	3 »	10 mai.		
Mespilus germanica. L.	—	15 avril.	20 avril.	—	15 avril.	24 avril.
Morus alba. L.	2 mai.	—	15 mai.			
» nigra. L.	—	—	15 »	10 mai.		
Philadelphus coronarius. L.	—	13 avril.	—	—	12 mars.	18 févr.
Pinus Larix. L.	—	—	25 mai.	—	22 »	9 avril.
Platanus occidentalis. L.	—	—	15 »	—	—	1 mai.
Populus alba. L.	—	—	18 avril.	29 avril.	—	5 »
» fastigiata. L.	—	—	28 »	—	5 avril.	25 avril.
» Tremula. L.	—	—	19 »	—	15 »	5 mai.
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*).	—	—	17 »	18 avril.	4 »	18 avril.
» Cerasus. L. (*big. noir.*).	4 avril.	—	20 »	—	1 »	19 »
» domestica. L. (β *gr. dam. v.*).	—	—	25 »	—	1 »	10 »
» Padus. L.	—	—	18 »	—	—	10 »
Ptelea trifoliata. L.	—	—	17 mai.	—	27 avril.	
Pyrus communis. L. (β *bergam.*)	7 avril.	—	28 avril.	8 mai.	2 »	12 avril.
» Cydonia. L.	7 »	—	4 »	—	—	15 »
» japonica. L.	15 févr.	—	10 »	10 févr.	1 mars.	18 »
» Malus. L. (β *calville d'été*).	—	—	20 »	—	10 avril.	25 »
» spectabilis. Ait.	—	17 avril.	25 »	—	—	25 »
Quercus pedunculata. Wild.	26 avril.	—	—	—	16 avril.	5 mai.
» sessiliflora. Smith	—	—	—	—	16 »	5 »
Rhamnus catharticus. L.	—	—	—	—	15 »	
» Frangula. L.	—	—	—	—	15 »	
Rhus Cotinus. L.	—	—	10 mai.			
» typhinum. L.	—	—	29 avril.			

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1866.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.
Ribes alpinum. L.	—	—	3 mai.	—	10 mars.	17 févr.
» Grossularia. L.	18 févr.	—	8 avril.	27 févr.	14 »	15 »
» nigrum. L.	—	—	21 »	—	—	12 avril.
» rubrum. L.	28 févr.	—	24 »	18 avril.	20 mars.	12 »
Robinia Pseudo-Acacia. L.	26 avril.	—	1 mai.	—	25 avril.	27 »
» viscosa. Vent.	—	20 avril.				
Rosa centifolia. L.	—	—	—	—	20 mars.	12 avril.
» gallica. L.	—	—	—	—	20 »	10 »
Rubus Idæus. L.	—	3 mars.	—	—	—	12 »
Salix alba. L.	—	—	—	11 avril.	—	22 »
» babylonica. L.	—	—	26 avril.			
» capræa. L.	—	—	1 mai.			
Sambucus nigra. L.	18 mars.	—	20 avril.	18 mars.	2 mars.	15 avril.
Sorbus Aucuparia. L.	—	—	25 »	—	2 avril.	22 »
» domestica. L.	—	—	15 mai.			
Spiræa hypericifolia. L.	—	1 mai.	—	6 févr.	—	2 avril.
Staphylea pinnata. L.	—	—	—	—	25 mars.	12 »
Syringa persica. L.	—	—	1 mai.	—	22 »	8 »
» rothomagensis. Hort.	28 mars.	—	—	—	22 »	
» vulgaris. L.	25 »	10 avril.	15 avril.	3 avril.	22 »	8 avril.
Tilia americana. L	28 avril.	—	25 »			
» europæa. L.	11 »	—	—	—	—	25 avril.
» parvifolia. Hoffm.	28 »					
» platyphylla. Vent.	11 »	—	—	—	1 avril.	
Ulmus campestris. L.	—	23 avril.	1 mai.	—	3 »	26 avril.
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	—	8 »
Veronica gentianoides. L.	—	—	12 mai.			
Viburnum Lantana. L.	—	15 avril.	7 »	—	8 mars.	14 avril.
» Opulus. L. (*fl. simpl.*).	—	—	—	—	1 avril.	14 »
» » L. (*fl. plen.*).	—	—	4 mai.	—	1 »	
Vitex incisus. L.	—	—	—	—	1 mai.	
Vitis vinifera. L.	25 avril.	—	1 mai.	—	16 avril.	26 avril.

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1866.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lansweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	DOLHAIN. — (M. Husson.)	VIENNE. — (M. Fritsch.)	SALZBOURG. — (M. Fritsch.)
Acer campestre. L.	—	—	—	—	12 mai.			
» Pseudo-Platanus. L.	—	15 mai.	3 mai.	—	2 »	5 mai.		
Achillea Millefolium. L.	—	1 juill.	—	27 juin.	22 juin.	2 juill.	—	20 mai.
Aconitum Napellus. L.	3 juin.	1 juin.	—	28 juill.	18 mai.	12 juin.		
Æsculus Hyppocastanum. L.	28 avril.	12 mai.	10 mai.	12 mai.	7 »	1 mai.	24 avril.	28 avril.
» macrostachya. Mich.	—	20 juill.						
» Pavia. L.	—	25 mai.	—	—	8 mai.	1 mai.		
Ajuga reptans. L.	—	20 »	17 mai.	—	22 avril.	21 avril.	18 avril.	26 avril.
Alcea rosea. L.	—	10 juill.	—	—	1 juill.			
Alisma Plantago. L.	—	15 »	—	3 juill.				
Allium ursinum. L.	—	—	—	—	25 avril.			
Alnus glutinosa. L.	—	—	—	—	1 mars.	18 févr.		
Althæa officinalis. L.	—	10 juill.	—	—	20 juill.	—	—	20 juill.
Amsonia latifolia. Mich.	6 juin.							
Amygdalus communis. L.	—	10 avril.	—	—	—	—	14 mars.	
» Persica. L. (β *mad.*).	21 mars.	6 »	15 avril.	6 mars.	1 mars.	18 mars.		
Anchusa sempervirens L.	—	—	—	—	—	10 mai.		
Anemone Hepatica. L.	—	—	15 mars.	29 janv.	22 févr.	24 janv.	8 mars.	
» nemorosa. L.	—	12 avril.	11 avril.	—	4 mars.	25 mars.		
Antirrhinum majus. L.	3 juin.	2 juin.	—	10 juin.	22 mai.	7 juin.	—	5 juin.
Aquilegia vulgaris. L.	1 mai.							
Arabis caucasica. Willd.	15 févr.	10 févr.	—	—	8 mars.			
Aristolochia Clematites. L.	—	—	—	—	—	—	—	7 juin.
» Sipho. Herit.	—	—	—	—	15 mai.			
Arum maculatum. L.	—	28 avril.	—	—	24 avril.	15 mai.		
Asarum europæum. L.	—	6 »	—	—	1 mars.			
Asclepias Vincetoxicum. L.	—	—	—	—	12 mai.	—	—	1 mai.
Asperula odorata. L.	—	20 mai.	—	—	4 »	—	—	28 avril.
Astrantia major. L.	—	15 juill.	1 juin.	—	4 juin.	—	—	7 juin.
Atropa Belladona. L.	—	1 juin.	—	6 juin.	22 mai.	—	—	2 »
Azalea pontica. L.	2 mai.	28 avril.	24 mai.	—	—	10 mai.		
Bellis perennis. L.	—	17 »	24 mars.	2 janv.	1 mars.	Toute l'ann.		
Berberis vulgaris. L.	1 mai.	30 »	12 mai.	—	11 mai.	8 mai.	6 avril.	11 mai.
Betula alba. L.	—	2 »	—	1 mai.	1 »	25 avril.		
» Alnus. L. (fl. mâles)	—	—	—	2 fév.				
Bignonia Catalpa. L.	1 juill.	16 juill.	—	3 juill.				
» radicans. L.	—	—	—	—	27 juill.			
Borago officinalis. L.	—	—	—	29 janv.				
Bryonia dioica. Jacq.	—	—	—	—	12 juin.	6 juin.		
Buphtalmum cordifolium. L.	20 juill.							
Buxus sempervirens. L.	29 mars.							

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1866.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.	VIENNE.	SALZBOURG.
Caltha palustris. L.	—	—	—	—	—	1 avril.		
Campanula persicifolia. L.	18 juin.	10 juin.	10 juin.	—	15 juin.	—	—	7 juin.
Cardamine pratensis. L.	—	—	—	11 avril.	1 avril.	24 mars.	—	26 avril.
Carduus marianus. L.	—	—	—	—	2 juin.			
Carpinus Betulus. L.	—	—	—	—	—	25 avril.		
Centaurea Cyanus. L.	—	10 juin.	1 juin.	2 juill.	—	7 mai.	—	8 mai.
Cercis Siliquastrum. L.	—	—	10 mai.	—	3 mai.			
Cheiranthus Cheiri. L.	—	10 mai.	—	—	1 avril.	4 avril.		
Chelidonium majus. L.	—	6 juin.	7 mai.	—	6 »	27 »	—	27 avril.
Chrysanthemum Leucanth. L.	—	15 juill.	13 »	—	16 mai.	24 mai.		
Chrysocoma Linosyris. L.	—	—	—	—	14 août.			
Clematis viticella. Willd.	18 juin.							
Clethra alnifolia. Ait.	—	1 sept.						
Colchicum autumnale. L.	—	6 »	—	4 sept.	4 sept.	—	—	10 août.
Colutea arborescens. L.	—	—	—	—	11 mai.			
Convallaria majalis. L.	28 avril.	3 mai.	9 mai.	—	6 »	15 mai.	—	5 mai.
Convolvulus arvensis. L.	14 juin.	—	—	—	12 juin.	—	—	8 juin.
» sepium. L.	24 »	—	9 juin.	—	20 »	18 juin.	—	24 »
Corchorus japonicus. L.	16 avril.	1 fév.	—	—	25 mars.	15 avril.		
Cornus mascula. L.	10 fév.	21 mars.	14 avril.	—	6 »	16 fév.	8 mars.	
» sanguinea. L.	—	—	20 mai.	—	1 juin.	11 juin.	—	30 mai.
Corydalis digitata. L.	—	28 mai.	—	—	10 mars.	16 mars.		
Corylus Avellana. L.	15 janv.	—	—	22 janv.	20 janv.	18 janv.	8 mars.	
Cratægus coccinea. L.	7 mai.	2 juin.						
» Oxyacantha. L.	3 »	12 mai.	10 mai.	1 juin.	5 mai.	11 mai.		
Crocus mœsiacus. Sims.	10 fév.	—	—	—	15 fév.			
» sativus. L.	—	—	—	22 janv.				
» vernus. Sw.	31 janv.	4 fév.	25 fév.	—	15 fév.	2 mars.		
Cynoglossum Omphalodes. L.	—	10 avril.						
Cytisus Laburnum. L.	3 mai.	20 mai.	12 mai.	—	3 mai.	18 mai.	—	5 mai.
Daphne Laureola. L.	—	10 fév.	—	—	2 fév.	5 avril.		
» Mezereum. L.	8 fév.	1 »	—	6 fév.	10 janv.			
Delphinium Ajacis. L.	8 juin.	20 juin.	—	—	—	12 juin.		
Dianthus barbatus. L.	5 »	—	—	—	—	7 »		
» caryophyllus. L.	6 »	26 mai.	—	—	26 juin.	26 »		
Dictamnus albus. L.	8 »	—	5 juin.	—	18 mai.	—	—	5 juin.
Digitalis purpurea. L.	6 »	1 juin.	1 »	—	—	3 juin.	—	12 »
Dodecatheon Meadia. L.	—	—	28 avril.					
Echinops sphærocephalus. L.	—	20 juill.	—	—	6 juill.	—	—	6 août.
Epilobium spicatum. Lam.	—	30 »	—	—	—	17 juin.		
Equisetum arvense L.	—	—	—	—	11 avril.			

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1866.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.	VIENNE.	SALZBOURG.
Erica vulgaris L.	—	—	—	—	20 juill.	—	—	24 juill.
Erythronium Dens-canis. L.	—	21 mars.						
Escholtzia californica. L.	16 juin.	6 juin.	—	—	—	14 juin.		
Evonymus europæus. L.	—	—	3 juin.	—	—	4 »	—	9 mai.
Fragaria vesca. L. (β *Hortens.*).	28 avril.	—	—	—	—	26 avril.	20 avril.	
Fraxinus excelsior. L.	—	—	—	—	—	9 »		
Fritillaria imperialis. L.	—	1 avril.	—	—	—	4 »	9 avril.	
Galanthus nivalis. L.	31 janv.	—	7 mars.	23 janv.	20 janv.	—		
Genista juncea. L.	4 juin.							
» scoparia. L.	—	—	—	—	—	28 avril.		
Gentiana cruciata. L.	—	—	4 juin.	—	—	—	—	8 juill.
Geranium pratense. L.	21 mai.	—	—	—	26 mai.			
» sanguineum. L.	6 juin.	—	—	—	—	22 avril.	—	2 juin.
Gladiolus communis. L.	19 »	25 août.	5 juin.	—	—	15 juin.		
Glechoma hederacea. L.	—	—	13 avril.	—	20 avril.	22 avril.		
Glycine sinensis. L.	27 avril.	20 mai.	20 mai.	—	4 »			
Hedysarum Onobrychis. L.	—	—	—	—	22 mai.	3 juin.		
Helleborus fœtidus. L.	—	21 mars.	17 fév.	—	10 fév.			
» hiemalis. L.	15 janv.	1 fév.	—	—	2 »			
» niger. L.	—	—	10 fév.	—	1 janv.			
» viridis. L.	—	10 fév.	—	—	22 »			
Hemerocallis cœrulea. Andr.	1 juill.	20 juill.	—	—	4 juill.			
» flava. L.	7 juin.	10 juin.	6 juin.	—	1 juin.	6 juin.		
» fulva. L.	15 »	10 »	6 »	—	20 »	20 »	—	21 juin.
Hibiscus syriacus. L.	—	—	—	—	20 juill.			
Hieracium aurantiacum. L.	15 juin.	8 juin.	—	—	10 juin.	—	—	30 mai.
Hippophaë rhamnoides. L.	—	—	—	2 avril.				
Hyacinthus orientalis. L.	14 fév.	18 mars.	—	—	20 mars.	2 avril.		
Hydrangea arborescens. L.	—	—	—	—	20 juin.			
» hortensis. Sm.	—	15 juill.						
Hypericum perforatum. L.	25 juin.	15 »	10 juin.	—	18 juin.	26 juin.	—	12 juin.
Iberis sempervirens. L.	—	—	—	—	2 avril.			
Ilex Aquifolium. L.	1 mai.	1 mai.	10 mai.	—	6 mai.	23 mai.		
Iris germanica. L.	7 »	2 juin.	2 juin.	—	20 »	2 »	—	10 mai.
» pumila. L.	12 avril.	12 avril.	10 avril.	—	10 avril.			
Jasminum officinale. L.	15 mai.							
Juglans regia. L.	—	—	—	1 juin.	—	10 juin.		
Kalmia latifolia. L.	—	2 juin.	24 mai.					
Lamium album. L.	—	—	19 »	—	20 avril.	13 avril.		
Leontodon Taraxacum. L.	—	15 avril.	1 »	—	1 mars.	2 »	6 avril.	
Ligustrum vulgare. L.	—	15 juill.	18 juin.	—	15 juin.	18 juin.	—	31 mai.

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1866.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE-les Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.	VIENNE.	SALZBOURG.
Lilium candidum. L.	1 juill.	12 juill.	9 juin.	—	28 juin.	3 juill		
» croceum	13 juin.	—	—			12 juin.		
» flavum. L.	16 »		6 juin.	—		19 »		
Linum perenne. L.	—	18 juill.	—	—	-	3 mai.	-	17 mai.
Liriodendron tulipifera. L.	—	25 mai.	19 juin.					
Lonicera Periclymenum. L.	—	—	—	4 juin.	18 juin.			
» Symphoricarpos. L.	1 juin.	—		-	26 mai.			
» tatarica. L.	31 mai.		-		4 avril.			
» Xylosteum. L.	-		-		26 »		16 avril.	3 mai.
Lychnis chalcedonica. L	-	-	20 juin.	-	18 juin.	25 juin.		
» dioica. Fl. dan.	-	-	—	-	-	18 mai.		
Lysimachia nemorum. L.	—	—	7 juin.		—	—	-	8 juin.
Lythrum Salicaria. L.	—	20 juill.	15 juill.		20 juin.			20 »
Magnolia grandiflora. L.	20 mars.	—	—		—	18 avril.		
» tripetala. L.	—	—	12 avril.					
» Yulan. L.	—	2 avril.	12 »					
Malva sylvestris. L.	15 juin	2 juin.	-		15 juin.	20 juin.	—	9 juin.
Melissa officinalis. L.	—	—	—	—	12 juill.	18 juill.		17 »
Mentha piperita. L.	—	25 août.	—		12 »			
Mespilus germanica. L.			2 mai.	-	—	23 mai.		
Morus nigra. L.	—	2 mai.	10 sept.	9 juin.				
Muscari botryoides. L.	8 mars.			-	1 avril.	18 fév.		
Myosotis palustris. L.	20 avril.	—	—			24 avril.	—	5 mai.
» perennis	—	—	—	-	—	22 »		
Narcissus poeticus. L.	28 avril.		19 mai.	—	20 avril.	4 mai.		
» Pseudo Narcissus. L.	21 mars.	—	10 avril.	—		1 avril.		-
Nymphæa alba. L.	—	25 mai.						
Orchis maculata. L.		—	-	—		27 avril.		
Ornithogalum umbellatum. L.	8 mai.	2 mai.			18 mai.	23 mai.		
Orobus vernus. L.		21 mars.	10 avril.	-		20 avril.		
Oxalis Acetosella. L.		—	-	—	15 avril.			
» stricta. L.		—		—	12 juin.	5 juin.	-	23 juin.
Papaver bracteatum. L.	-	25 mai.	19 mai.					
» orientale. L.	-	10 juin.	15 »		6 juin.			
» Rhœas. L.		28 juill.	17 »	—	20 mai.	8 juin.		1 juin.
Paris quadrifolia. L.		-	8 »		20 avril.			
Philadelphus coronarius. L.	25 mai.		3 juin.		1 juin.	3 juin.		27 mai.
Phlomis alpina. Willd.	9 juin.							
Phlox verna. L.	-		8 mai.					
Physalis Alkekengi. L.	-	10 juill.	29 sept.					
Plantago major. L.		—	—			8 juin.		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1866)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.	VIENNE.	SALZBOURG.
Pæonia officinalis. L.	8 mai.	6 juin.	-	—	—	10 mai.	--	24 mai.
Polemonium cœruleum. L.	---	-	17 mai.	--	2 juin.			
Polygonum Bistorta. L.	--	1 juin.	—	--	--	--	—	9 mai.
Populus alba. L.	-	3 avril.	22 avril.	2 mars.	-	11 mars.		
» fastigiata. Poir.	-	—	-		28 mars.			
Potentilla atropurpurea. Hort.	4 juin.							
Primula elatior. L.	—	--	19 avril					
» veris. L.	15 mars.	24 mars.	--	—	--	25 mars.		
Prunus armeniaca. L. (*β abric.*)	9 avril.		15 avril.	29 mars.	10 mars.	1 »		
» Cerasus. L. (*β bigarr. n.*)	12 »	--	17 »	—	10 avril.	20 avril.		
» domestica. L. (*β g. dam. v.*)	9 »	-	21 »	—	8 »	14 »		
» Padus. L.	-		11 »	—	—	22 »	17 avril.	
» spinosa. L.	-	-	21 mars	--	4 avril.	12 »		
Ptelea trifoliata. L.	-	--	27 mai.					
Pulmonaria officinalis. L.	—	--	21 avril.	--	20 mars.	3 avril.		
» virginica. L.	—	—	21 »					
Pyrus communis. L. (*β berg.*)		15 avril.	15 »	2 mai.	26 avril.	20 avril.	12 avril.	
» Cydonia. L.	--	1 mai.	12 mai.	—	—	8 mai.		
» japonica. L.	20 fev.	25 fév.	8 avril.	2 mars.	25 fév.	2 mars.		
» Malus. L. (*β calv. d'été*)	20 avril.	25 avril	15 »	--	27 avril.	25 avril.	17 avril.	26 avril
» spectabilis. Ait.	—	26 »	19 »	-	—	29 »		
Ranunculus acris. L. (*fl. simpl.*)	28 avril.		24 mai.	--	--	Tout le mois de janvier.	--	26 avril.
» » (*fl. plen.*)	25 mai.	---	--	---	17 mai.			
» Ficaria. L.	—	21 mars.	.	-	15 mars.	9 avril.	6 avril.	
Reseda odorata. L.	--	—	—	—	—	1 juill.		
Rhamnus Frangula. L.	—	—	--	-	1 juin.	-		23 mai.
Rheum undulatum. L.	-	1 mai.	9 mai.					
Rhododendron ponticum. L.	16 mai.	—	15 »	--	24 mai.	18 mai.		
Rhus typhinum. L.	—		1 »					
Ribes alpinum. L.	--	-		-	15 avril.			
» Grossularia. L. (*Fr. vir.*)	--		22 avril.	9 mars.	15 »	4 avril.		
» nigrum. L.	--		1 mai.	---	-	24 »	-	26 avril.
» rubrum. L.	10 avril.	—	3 »	16 avril	15 avril.	18 »	-	26 »
» sanguineum. L.	29 mars	--	--	--	—	1 »		
Robinia Pseudo-Acacia. L.	28 mai.	6 juin.	25 mai.	-	1 juin.	10 juin.		
Rosa canina. L.	---	—	---	--	--	10 »		
» centifolia. L.	24 mai.	2 juin.	--	--	4 juin.	12 »	—	3 juin.
» gallica. L.	--	8 »	—	-	4 »			
Rubus Idæus. L.	16 mai.							
Ruta graveolens. L.	—	12 juin.	--	--	6 juin.	--	--	2 juin.
Salix alba. L.	-	---	—	17 janv.	-	1 mai.		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1866.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	BOLHAIN.	VIENNE.	SALZBOURG.
Salix babylonica. L.	—	—	1 mai.					
» capræa. L.	—	—	15 avril	—	10 mars	8 mars.		
Salvia officinalis. L.	—	12 juin.	12 juin.	—	2 juin.	3 juin.		
Sambucus nigra. L.	24 mai.	1 »	15 »	29 mai.	7 »	7 »	—	11 mai.
» racemosa. L	14 avril.	18 avril.						
Sanguinaria canadensis. L.	—	20 mai.	11 avril.					
Saxifraga crassifolia. L.	20 mars.	10 avril.	25 »	—	1 avril.			
Scabiosa arvensis. L.	10 juin.	—	—	—	10 juin.	5 juin.	—	25 mai.
Scorzonera hispanica. L.	—	—	—	—	—	3 »		
Scrophularia nodosa L.	-	-	—	—	2 juin.	12 »	—	17 mai.
Secale cereale. L. (*3 hyb.*).	—	—	20 mai.	—	—	25 mai.	—	25 »
» » (*épis*).	—	—	—	—	—	7 »		
Sedum acre. L.	18 juin.	10 juill.	9 juin.	—	12 juin.	—	—	13 juin.
» album. L.	1 juill.	15 »	18 »	—	22 »	—	—	8 juill.
Solanum Dulcamara. L.	—	—	10 mai.	—	—	—	—	7 juin.
Sorbus Aucuparia. L.	29 avril.	—	—	—	16 mai.	23 mai.	—	4 mai.
Spartium scoparium. L.	—	—	—	—	1 »			
Spiræa Filipendula. L.	1 juill.	—	19 juin.	—	4 juill.	—	—	7 juin.
» hypericifolia. L.	1 mai.	1 mai.						
» lævigata L.	—	1 »	7 mai.					
Staphylea pinnata. L.	—	28 avril.	—	—	26 avril.	1 mai.	—	1 mai.
Statice Armeria. L.	—	—	13 mai.	—	2 mai.			
» Limonium. L.	—	-	18 juill.					
Stellaria Holostea. L.	—	—	—	—	—	28 avril.		
Symphytum officinale. L.	27 avril.	—	4 mai.	—	1 juin.	—	—	28 avril.
Syringa persica. L.	—	—	17 juin.	—	24 avril	29 avril.		
» vulgaris. L.	22 avril.	25 avril.	10 mai.	16 avril.	24 »	27 »	18 avril.	
Taxus baccata. L.	—	21 mars.	—	—	—	—	8 mars.	
Thymus Serpillum. L.	—	12 juill.	—	—	10 juill.	—	—	21 juin.
Tiarella cordifolia. L.	—	—	—	—	15 avril.			
Tillia europæa. L.	18 juin.	10 juill.	—	—	—	28 juin.		
» microphylla. Vent.	20 »	18 »	—	—	—		—	27 juin.
» platyphylla. Vent.	—	—	—	—	20 juin.			
Tradescantia virginica L.	31 mai.	20 août.	8 juill.	—	18 mai.			
Trifolium pratense L.	—	—	—	—	18 »	20 mai.	—	27 mai.
Triticum sativum. L. (*3 hyber.*).	—	—	—	—	—	14 juin.		
» » (*épis*).	-	—	—	—	—	6 »		
Trollius europæus. L.	—	—	—	—	15 avril.	—	—	30 avril.
Tulipa Gesneriana. L.	16 avril	16 mai.	—	—	2 mai.	18 avril.		
Tussilago farfara L.	—	-	-	—	—	17 mars.		
» Petasites. L.	—	—	-	—	—	26 »		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1866.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.	VIENNE	SALZBOURG.
Ulmus campestris. L.	—		27 mars.	—	24 fév.	28 fév.		
Vaccinium Myrtillus. L.			—	--	1 mai.	20 avril.		
Valeriana rubra. L.	—	—	—	—	24 »			
Veratrum nigrum. L.	--	--	—	-	--		—	3 juill.
Verbena officinalis. L.	—	—	—	-	--			16 juin.
Veronica gentianoides. L.		--	--	--	8 mai.	29 avril.		
» spicata. L.	--	—			18 »			
» Teucrium. Riv.	30 mai.							
Viburnum Lantana. L.	—	3 mai.	15 mai.	-	22 avril.	---		27 avril.
» Opulus. L. (*fl. simpl.*)	3 mai.	—	7 »	—	26 mai.	11 mai.		9 mai.
» » (*fl. plen.*).	3 »	---	15 »	—	24 »	11 »		
Vinca minor. L.	15 fév.	21 mars.	11 »	—	2 avril.	26 mars.		
Viola odorata. L.	8 mars.	—	30 mars.	25 fév.	1 fév.	15 »		
Vitis vinifera. L.	21 juin.	—	7 sept.	-	—	26 juin.		
Waldsteinia geoides. Kit.	10 avril.	10 avril.	—	--	3 avril.			

NOMS DES PLANTES. (*Fructification*, 1866.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUG-GE-les-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	DOLHAIN. — (M. Husson.)	SALZBOURG. — (M. Fritsch.)
Æsculus Hippocastanum. L.		---	18 oct.	15 oct.	
Amygdalus Persica. L.	—	7 sept.			
Antirrhinum majus. L.	—	--		26 juill.	
Astrantia major. L.	--	-	-	—	16 août.
Avena sativa. L.	--	-	--	24 août.	
Betula alba. L.	---	—	28 juin.		
Centaurea Cyanus. L.	-	—	—	20 juin.	
Chelidonium majus. L.	--	--	--	--	7 juin.
Corylus Avellana. L.	-	---	12 août.		18 août.
Cratægus Oxyacantha. L.	-	--	29 oct.		
Daphne Mezereum. L.	--	- -	3 juill.	—	7 juin.
Fragaria vesca. L. (β *Hortens.*).	18 juin.	—	—	7 juin.	
Hippophaë rhamnoides. L.	—	-	1 août.		
Leotondon Taraxacum. L.	—	—		29 avril.	
Ligustrum vulgare. L.	—	15 sept.			
Lonicera Periclymenum. L.		-	10 août.		

NOMS DES PLANTES. (*Fructification*, 1866.)	BRUXELLES.	GENDBRUG-GE-lez-Gand.	OSTENDE.	DOLHAIN.	SALZBOURG.
Mespilus germanica. L.	—	15 oct.			
Morus nigra. L.	—	—	19 juill.		
Prunus Cerasus. L. (*β bigarr. n.*)	16 juin.	—	—	20 juin.	14 juill.
Pyrus communis. L.	—	—	4 sept.		
» japonica. L.	—	—	16 »		
Ranunculus aquatilis. L.	—	—	12 avril.		
Ribes Grossularia. Willd.	1 juill	1 juill.	3 juill.	8 juill.	26 juin.
» nigrum. L.	—	20 »	—	29 juin.	
» rubrum. L.	20 juin.	18 »	29 juin.	27 »	16 juin.
Robinia Pseudo-Acacia. L.	—	25 juin.			
Rubus Idæus. L.	—	—		2 juill.	23 juill.
Salvia officinalis. L.		—	—	15 »	
Sambucus nigra. L.	—	25 août.	10 avril.	—	17 août.
Secale cereale. L.	—	5 »	—	15 juill.	
Sorbus Aucuparia. L.	—	20 »		20 août.	19 juill.
Syringa vulgaris. L.		—	8 oct.		
Triticum sativum. L.	—	—	—	10 août.	
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	2 juill.	

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1866.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	DOLHAIN (1). — (M. Husson.)
Acer campestre. L.	10 nov.	2 nov.	—	9 nov.	1/4
» Pseudo-Platanus. L.	—	6 »	—	28 oct.	28 oct.
Æsculus Hippocastanum. L.	—	4 »	6 nov.	15 »	28 »
» lutea. Pers.	—	—	—	22 sept.	
» Pavia. L.	—	—		10 oct.	
Alnus glutinosa. L.	—	—			1/8
Amygdalus Persica. L. (*β mad.*)	—	15 nov.	3 nov.	20 nov.	1/8
Aristolochia Sipho. L.	—	—		2 oct.	
Berberis vulgaris. L	12 nov.	21 nov.	—	8 nov.	
Betula alba. L.	—	1 déc.	30 oct.	2 »	28 oct.
» Alnus. L.	—	—		8 »	
Bignonia Catalpa. L.	—		4 nov.		28 oct.

(1) Pour plusieurs plantes observées à Dolhain, on a marqué la quantite de feuilles qui restaient encore le *10 novembre*, au lieu de la date de l'effeuillaison.

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1866.)	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.
Bignonia radicans. L.	—	—	—	22 oct.	
Carpinus Betulus L.	12 nov.	5 déc.	—	7 nov.	30 oct.
Cercis Siliquastrum. L.	—	—	-	7 »	
Colutea arborescens L.	—	—	-	25 oct.	1/2
Corchorus japonicus. L.	—	—		10 nov.	3/4
Cornus Mascula. L.	20 nov.	19 nov.	—	12 »	
» sanguinea L.	—	—	—	13 »	
Corylus Avellana. L.	8 nov.	2 nov.	2 nov.	6 »	
Cratægus Oxyacantha. L.	9 »	20 »	28 »	10 »	1/3
Cytisus Laburnum. L.	10 »	21 »	—	29 oct.	1/8
Daphne Mezereum L.	—	—	6 nov.	12 nov.	
Evonymus europæus. L.	—	22 nov.	—	11 »	
Fagus Castanea L.	—	—	-	11 »	
» sylvatica L.	20 nov.	24 nov.	—	20 »	
Fraxinus excelsior. L.	20 »	21 »	-	11 »	
» Ornus. L.	—	21 »			
Ginkgo biloba. L	—	10 »	—	12 nov.	
Gleditschia ferox	—	—	-	10 oct.	
» Triacanthos. L	—	30 oct			
Glycine sinensis. L.	—	25 nov.	—	1 déc.	
Gymnocladus canadensis Lam.	—	—	—	20 oct.	
Hippophaë rhamnoides. L.	—	—	7 nov.	1 déc.	
Hydrangea arborescens. L.	-	—	—	1 »	
Juglans nigra. L.	—	9 nov.			
» regia. L.	—	9 »	29 nov.		
Ligustrum vulgare. L.	-	—	—	1 déc.	
Liriodendron tulipifera. L	20 nov.	2 nov.			
Lonicera Periclymenum. L.	—	-	16 nov.	1 nov.	
» Symphoricarpos. L.	—	—		20 »	
» tatarica. L.	—	—	—	8 oct.	1/2
» Xylosteum. L.	—	—	—	1 déc.	
Mespilus germanica. L.	—	20 nov.	—	19 nov.	1/4
Morus alba. L.	—	15 »			
» nigra. L.	18 nov.	15 »	1 nov.		
Philadelphus coronarius. L.	15 »	1 »	—	15 nov.	
Pinus Larix. L.	—	19 »	-	8 »	
Platanus occidentalis. L.	10 nov.	12 »			
Populus alba. L.	2 »	12 »	23 oct.		
» fastigiata. Poir.	10 »	15 »	—	8 nov.	
» tremula. L.	—	20 »	—	10 »	
Prunus armeniaca. L. (*3 abric*).	—	18 »	19 nov.	1 »	[illegible]
» Cerasus. L. (*big. noir.*)	—	8 oct.	—	1 »	
» domestica L. (*3 gr. dam. v.*).	—	8 »	—	1 »	



NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1866.)	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	DOLHAIN.
Prunus Padus. L.	—	10 oct.			
» spinosa L.	—	18 »			
Ptelea trifoliata. L.	—	7 nov.	—	25 déc.	
Pyrus communis. L. (β *bergam.*)	—	3 »	27 oct.	28 oct.	
» Cydonia. L.	—	8 »	—		1/2
» japonica. L.	8 nov.	3 »	29 nov.	28 oct.	
» Malus L. (β *calville d'été*)	—	20 »	-	10 nov.	1/4
Quercus pedunculata. Wild.	—	—	—	1 déc.	
» sessiliflora. Sm.	—		—	1 »	
Rhamnus catharticus. L	—	—		10 nov.	
» Frangula L.	—	—	-	10 »	
Rhus Cotinus. L.	—	10 nov.			
» typhinum. L.	—	12 »			
Ribes alpinum L.	—	—	—	1 déc.	
» Grossularia. L.	—	10 nov.	29 oct.	1 »	20 oct.
» nigrum. L.	—	15 »			
» rubrum. L.	—	1 »	28 oct.	9 nov.	
Robinia Pseudo-Acacia. L.	—	8 »	—	12 »	
Rosa centifolia. L.	10 nov.	—	-	1 déc.	1/8
» gallica. L.	—	—	—	1 »	
Rubus Idæus. L.	15 nov.				
Salix alba. L.	—	—	18 nov.	—	1/8
» babylonica. L.	22 nov.	2 nov.			
» capræa. L.	—	28 oct.			
Sambucus nigra. L.	24 nov.	20 nov.	15 nov.	1 déc.	1/4
Sorbus Aucuparia. L.	20 »	5 »	—	10 nov.	15 oct.
Staphylea pinnata. L.	—	—	—	10 »	
Syringa persica. L.	2 nov.	28 nov.	—	8 »	
» rothomagensis. L.	—	—	—	8 »	
» vulgaris. L.	20 nov.	8 déc.	17 nov.	8 »	
Tilia americana. L.	—	25 nov.			
» europæa. L.	4 nov.				
» parvifolia. Hoffin.	2 »				
» platyphylla. Vent.	—	—	-	30 oct.	
Ulmus campestris. L.	—	8 déc.	-	1 déc.	
Viburnum Lantana. L.	—	15 nov.	—	6 »	
» Opulus. L. (*fl. simpl.*)	4 nov.	12 »	—	10 nov.	
» » (*fl. plen.*)	—	—	—	10 »	
Vitex incisus. L.	—	—	—	15 oct.	
Vitis vinifera L. (β *chass. dore.*)	—	4 nov.	—	2 nov.	

REMARQUE. — Par suite des gelées du 26 et du 27 octobre (-3,5°, à Dolhain, presque toutes les plantes ligneuses ont perdu leurs feuilles, du 27 au 30 du même mois. (HUSSON.)

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS.

RÈGNE ANIMAL.

Observations faites dans les environs de Bruxelles, pendant l'année 1866,
par MM. J.-B. Vincent et fils.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Février 10. ***Fringilla cœlebs.*** Chante.
29. ***Corvus cornix.*** Repasse.
Mars 14. ***Motacilla alba.*** Revient.
17. ***Anthus pratensis.*** Revient.
18. ***Regulus ignicapillus.*** Repasse.
18. ***Saxicola rubicola.*** Arrive.
18. ***Alauda arborea.*** Repasse.
28. ***Ruticilla tithys.*** Arrive.
Avril 1. ***Ciconia alba.*** Repasse.
4. ***Hirundo rustica.*** Arrive.
5. ***Totanus ochropus.*** Repasse.
5. ***Motacilla flava.*** Arrive.
Avril 5 au 6 (nuit du). ***Numenius arquata.*** Passe.
8. ***Cuculus canorus.*** Arrive.
9. ***Trochilus rufa.*** Arrive.
11. ***Hirundo riparia.*** Arrive.
13. ***Hirundo urbica.*** Arrive.
13. ***Cypselus apus.*** Arrive.
15. ***Sylvia atricapilla.*** Arrive.
22. ***Emberiza cirlus.*** Arrive.
28. ***Perdix coturnix.*** Arrive.
Mai 1. ***Totanus hypoleucos.*** Passe.
6. ***Hypolaïs icterina.*** Arrive.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 30. *Cypselus apus*. Départ.
31. *Trochilus rufa*. Réunis.
Août 3. *Parus major*. Commence à se réunir.
5. *Anthus arboreus*. Émigre.
11 au 12 (nuit du). *Totanus hypoleucos*. Émigre.
26. *Saxicola œnanthe*. Émigre.
Septembre 13. *Ciconia alba*. Passe.
16. *Motacilla flava*. Émigre.
26. *Anthus pratensis*. Émigre.
26. *Alauda arvensis*. Émigre.
Septembre 28. *Motacilla boarula*. Arrive.
28. *Turdus musicus*. Passe.
Octobre 18. *Regulus ignicapillus*. Émigre.
19. *Corvus cornix*. Arrive.
21. *Fringilla montifringilla*. Arrive.
22. — *spinus*. Arrive.
22. — *carduelis*. Émigre.
22. *Emberiza citrinella*. En troupes.
Novembre 26. *Bombycivora garrula*. En très-grand nombre dans les environs.

MAMMIFÈRES.

Mars 14. *Vespertilio pipistrellus*. Vole.

INSECTES.

Mars 16. *Colias rhamni*. Vole.
16. *Vanessa urticæ*. Vole.
17. *Geotrupes stercorarius*. Vole.
8. *Vanessa Io*. Vole.
Avril 15. *Pieris cardamines*. Vole.
15. — *napi*. Vole.
21. *Melolontha vulgaris*. Apparition.

Observations faites à Melle, près de Gand, en 1866, par M. le professeur Bernardin.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier 18 à 20. Passage de grives et d'étourneaux.
23. *Parus cœruleus*. Chante.
29. *Fringilla domestica*. S'apparie.
29. — *cœlebs*. Chante.
29. *Accentor modularis*. Chante.
Février 11 et 13. *Sturnus vulgaris*. Passe en troupes.
16. *Turdus merula*. Chante.
19. *Larus ridibundus*. Passe.
Mars 1. *Vanellus cristatus*. Passe.
Mars 11. *Astur nisus* Passe.
15. *Alauda arvensis*. Chante.
18. *Astur palumbarius*. Passe.
19. *Ciconia alba*. Passe.
20. *Emberiza citrinella*. Chante.
24. *Larus ridibundus*. Passe.
29. *Anthus pratensis*. Passe.
29. *Corvus corone* et *cornix*. Vu une dernière fois.

Avril 2. *Hirundo rustica*. Arrive.
2. *Turdus merula*. Œufs.
2. *Sturnus vulgaris*. Nidifie.
12. *Cypselus apus*. Un individu arrive.
14. *Cuculus canorus*. Chante.
19. *Sylvia hypolaïs*. Chante.
19. — *luscinia*. Chante.
19. — *curruca*. Chante.
20. *Cypselus apus*. Arrive en nombre.
21. *Sylvia atricapilla*. Chante.

Avril 22. *Oriolus galbula*. Chante.
25. *Hirundo rustica*. Nidifie.
30. *Fringilla cœlebs*. Petits.
Mai 4. *Turdus merula*. Les petits volent.
6. *Corvus pica*. Les petits volent.
16. *Oriolus galbula*. 2e chant.
28. *Rallus crex*. Crie.
Juin 14. *Hirundo rustica* (voir 25 avril). 5 œufs.
20. *Sylvia atricapilla*. Les petits volent.
28. *Hirundo rustica* (voir 14 juin). Petits.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 19. *Hirundo rustica* (voir 28 juin) Les petits volent.
19. Départ accidentel des hirondelles, martinets, etc. ([1]).
Août 5. *Muscicapa griseola*. Petits volent.
7. *Hirundo rustica*. Revient.
10. *Cypselus apus*. Revient
12 à 15. *Hirundo rustica*. Retour en masse.
13 et 14. *Cypselus apus* Retour en masse
Septembre 4. *Hirundo urbica*. S'assemble.
11. *Ardea cinerea*. Passe.
15 à 23. *Hirundo urbica*. S'assemblent en grande masse dans notre cour intérieure.
25. Passage d'oies.

Septembre. 26. *Hirundo urbica*. Petit rassemblement et départ.
26. *Ardea cinerea*. Passe.
Octobre 12 et 13. *Hirundo rustica*. Départ.
16. — — Vu encore une douzaine.
21. *Corvus corone*. Arrive.
Novembre 12. *Vanellus cristatus*. Passe.
15. Passage d'oies et de canards.
19. *Larus ridibundus*. Passe.
21. Passage d'oies.
22. *Turdus viscivorus*. Passent en troupes.
Décembre 8. *Vanellus cristatus*. Vu un individu.
10. Passage d'oies en masse, le soir.
21. *Falco milvus*. Passe.

MAMMIFÈRES.

Février 19. *Vespertilio pipistrellus*. Vole.
Novembre 7. — — Vole encore.

REPTILES.

Février 5. *Rana temporaria*. Réveil.

POISSONS.

Février 3. *Cyprinus auratus*. A la surface.
Avril 16. — — Fraient.

([1]) REMARQUE. — Vers le 19 juillet, époque où il y avait des traces du choléra, les hirondelles, martinets, etc., quittèrent leurs demeures habituelles et restèrent absents jusque vers le 7 août. On dit que des quantités immenses de ces oiseaux furent vues à Sotteghem, localité totalement épargnée par l'épidémie.

INSECTES.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Février 8. *Apis mellifica*. Vole.
Mars 13. *Gyrinus natator*. Parait.
16. *Vanessa urticæ*. Vole.
29. *Meloë proscarabœus*. Vole.
31. *Criocera merdigera*. Parait.
Avril 4. *Colias rhamni*. Vole.
6. *Colias* et *Vanessa urticæ*. Volent en grand nombre.
10. *Geotrupes stercorarius*. Parait.
12. *Lampyris noctiluca*. Parait.
14 *Bombus terrestris*. Vole.
21. *Pieris cardamines*. Vole.
Avril 21. *Pieris brassicæ*. Vole.
21. *Agrion minium* Vole.
26. — *puella*. Vole.
Mai 6. — *minium*. Grand nombre
29. *Melolontha vulgaris*. Vole.
Juin 6. *Smerinthus tiliæ*. Vole.
11. *Aphis lanigera*. Vole.
20 *Agrion puella*. Vole.
20. Chenilles (d. *Fidonia Wavaria?*). Abondent sur les groseillers.
25 à 30. *Staphylins*.
30. *Cetonia aurata*. Vole.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 28. *Staphylins*.
Août 12 à 15. *Verpa vulgaris*. Vole
18 à 15. *Satyrus ægeria*. Vole.
18 à 15. *Pieris brassicæ*. Vole
Septembre 9. *Aphis populi*. Passe.
12 et 17. *Sphinx atropos*. Sort de chrysalide.
25. *Coccinella bipunctata*. Vole.
25. - *dispar*. Vole.
Septembre 26. *Colias rhamni*. Vole.
26. *Vanessa atalanta*. Vole.
26. — *urticæ*. Vole.
Octobre 1 et 2. *Aphis populi*. Vole.
4. *Smerinthus tiliæ*. Vole
11, 15, 19, 21. *Aphis populi*. Passe en masse.
21. *Pieris brassicæ*. Vole.
Novembre 1 *Aphis* divers. Passent.

Observations faites à Ostende, en 1866, par M. Édouard Lanszweert, pharmacien.

MAMMIFÈRES.

Janvier 2. *Talpa Europœa*. Apparait.
Mars 4. *Vespertilio pipistrellus*. Réveil.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier 10 à 11. *Larus marinus*. Arrive.
20. *Anser segetum*. Passe au-dessus de la mer, du NE. au NO.
Février 2. *Fratercula arctica*. Passe.
6. *Alauda arvensis*. Chante.
20. *Anas clypeata*. Un individu s'est abattu contre le phare pendant la nuit.
22 et 28. *Anser segetum*. Passe par bandes, de l'O. à l'E.
Mars 1. *Platalœa leucorhodia* Une bande de 15 individus va du SE. au N.
7, 13, 14 et 15. *Vanellus cristatus*. Grand passage.
Mars 14. *Emberiza nivalis*. Vu quelques bandes.
30. *Recurvirostra avocetta*. Vu une bande de 20 individus dans le bassin de retenue de l'*Écluse Léopold*.
Avril 6. *Anser segetum* et *Cygnus musicus*. Vont par bandes au NE.
8. Vu un *Hirundo urbica*.
9. *Ruticilla phœnicurus*. Arrive.
10. *Hirundo urbica*. Arrive en masse.
19. *Cuculus canorus*. Chante.
Juin 25. *Hirundo urbica*. Quittent la ville (le choléra règne)? Les *Cypselus apus* restent.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 29. *Hirundo urbica*. Reviennent en ville par troupes nombreuses, pour ne plus la quitter (nonobstant la recrudescence de l'épidémie) qu'au moment de leur départ définitif.
Août 12. *Numenius arquata*. Passe.
13. *Vanellus cristatus*. Passe par bandes énormes.
10. *Tringa helvetica*. Vu plusieurs bandes.
13, 14 et 15. *Charadrius morinellus*. Grand passage le soir.
Septembre 3 au 4. *Anser segetum*. Grand passage.
4. *Vanellus cristatus*. Passe.
Septembre 4. *Parus ater*. Arrive.
12. *Cypselus apus*. Départ.
18. *Larus ridibundus*. Arrive en masse.
25 et 26. *Hirundo urbica*. Départ.
27. *Platalœa leucorhodia*. Une énorme bande se dirige vers l'O.
Octobre 2. *Scolopax rusticola*. Arrive en nombre et s'arrête dans les dunes de l'O.
2. *Fuligula nigra*. Paraissent en masse devant le port.
11. *Corvus cornix*. Arrive.
Décembre 8. *Emberiza nivalis*. Vu plusieurs bandes

REPTILES.

Mars 10. *Rana temporaria*. Apparait.
20. — — Œufs.
Avril 2. *Buffo calamita*. Réveil.
2. *Lacerta vivipara*. Réveil.

POISSONS.

Mars 15. *Scomber scombrus*. Apparait.
Septembre 30. *Clupea harangus*. Apparait

INSECTES.

Février 6. Les *Gyrins* nagent.
Mars 27. Les *Gyrins* s'accouplent.
Avril 10. *Meloë majalis* Apparaît.
18. *Vanessa urtica*. Vole.
18. *Melolontha vulgaris*. Apparait
Août 19. Vers 3 heures de l'après-midi, une véritable pluie de fourmis ailées tombe et couvre toutes les rues de la ville; ces insectes m'ont paru venir de l'ONO.
Juillet 8. *Melolontha fullo*. Apparaît.

Observations faites à Waremme, en 1866, par MM. de Selys-Longchamps et Michel Ghaye.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Avril 4. *Ruticilla tithys*. Arrivée (Liége).
4. *Hirundo rustica*. Arrivée.
5. *Alosa communis*. Remonte la Meuse (Liége).
10. *Phyllopneuste rufa*. Arrivée.
11. *Ruticilla luscinia*. Arrivée.
Avril 12. *Sylvia curruca*. Arrivée.
12. — *atricapilla*. Arrivée.
17. *Cuculus canorus*. Chante.
23. *Oriolus galbula*. Arrivée.
Mai 15. *Calamoherpe palustris*. Arrivée.

NOTA. – Selon plusieurs personnes, on aurait vu le *Cypselus* dès le 21 avril.

PÉRIODE D'AUTOMNE (1).

Août 29. *Upupa epops*. Passe.
Septembre 25. *Turdus musicus*. Commence à passer.
Octobre 2. *Caprimulgus europæus*. Passe.
7. *Scolopax rusticola*. Commence à passer.
14. *Turdus iliacus*. Passe.
Octobre 17, 20, 21 et 25. *Grus cineria* Passage.
18. *Columba œnas*. Passe.
22. *Ruticilla tithys*. Passe.
Novembre 28. *Bombycilla garrula*. Passage accidentel (Liége).

---

(1) Observation. — La première gelée à —0° centig. a eu lieu le 17 octobre. – Les Jaseurs (*Bomb. garrula L.*) ont été très-nombreux en Belgique pendant le mois de décembre, ainsi que la race septentrionale du Sizerin (*Fringilla linaria*). On a également observé l'*Alauda alpestris* et l'*Emberiza nivalis*.

(Edm. de Selys-Longchamps.)

Observations faites à Dolhain, en 1866, par M. Husson, directeur de l'École moyenne de Limbourg.

Février	2. Le pinson chante.	*Avril*	10. Chauve-souris. Vole.
Mars	13. ***Motacilla alba.*** Arrivée.		19. ***Hirundo riparia.*** Arrivée.
	17. Le merle chante.		20. ***Oriolus galbula*** Chante.
	18. Le rouge-gorge chante.		25. ***Hirundo rustica.*** Arrivée.
	21. Une troupe de canards sauvages passe.		27. ***Ruticilla luscinia.*** Chante.
	21. Les perdrix s'apparient.	*Mai*	6. ***Cuculus canorus.*** Chante.

Observations faites à Vienne, en 1866, par M. Charles Fritsch.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Mars	8. ***Apis mellifica.*** Vole.	*Avril*	7. ***Dorcadion rufipes.*** Apparition.
	8. ***Sialis lutaria.*** Vole.		11. ***Eristalis æneus.*** Vole.
	8. ***Vanessa polycloros.*** Vole.		11. ***Vanessa C. album.*** Vole.
	8. — ***urticæ.*** Vole.		11. ***Pompilus viaticus.*** Vole
	8. ***Gyrinus mergus.*** Apparition.		12. ***Bombus terrestris.*** Vole.
Avril	6. ***Hirundo rustica.*** Arrive.		17. ***Dorcadion morio.*** Apparition.
	7. ***Hydrometra lacustris:*** Apparition.		17. ***Rhizotrogus æquinoctialis.*** Vole
	7. ***Eristalis tenax.*** Vole.		

Observations faites à Salzbourg, en 1866, par M. Charles Fritsch.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Avril	28. ***Cypselus apus.*** Arrive.	*Mai*	3. ***Argynnis latonia.*** Vole.
	30. ***Gryllus campestris.*** Pépie.		4. ***Libellula quadrimaculata.*** Vole.
	30. ***Ephemera vulgata.*** Vole.		5. ***Lygaeus equestris.*** Apparition.
Mai	3. ***Cercopis sanguinolenta.*** Apparition.		6. ***Helophilus floreus.*** Vole.
	3. ***Libellula depressa.*** Vole.		6. ***Sarcophaga carnaria.*** Vole.
	3. ***Panorpa communis.*** Vole.		7. ***Psila fimetaria.*** Vole.

Mai. 8. *Colias Hyale*. Vole.
9. *Cryptocephalus sericeus*. Apparition.
13. *Pachyta collaris*. Apparition.
13. *Praphosoma lineatum*. Apparition.
13. *Syrphus balteatus*. Vole.
15. *Haematopota pluvialis*. Vole.
22. *Volucella bombylans*. Vole.
23. *Phyllopertha horticola*. Apparition.
23. *Centrotus cornutus*. Apparition.
23. *Sargus cuprarius*. Vole.
24. *Calopteryx virgo*. Vole.
24. *Pararga maera*. Vole.
25. *Tabanus bromius*. Vole.
27. *Cassida equestris*. Apparition.
27. *Chrysops cæcutiens*. Vole.
27. *Stratiomys chamaeleon*. Vole.
29. *Syromastes marginatus*. Apparition.
29. *Hesperia Comma*. Vole.

Juin 2. *Gnorimus nobilis*. Apparition.
2. *Trichodes apiarius*. Apparition.
3. *Hoplia squamosa*. Apparition.

Juin 4. *Hammaticheros cerdo*. Apparition.
4. *Pachyta virginica*. Apparition.
4. *Aporia Crataegi*. Vole.
4. *Polyommatus Chryseis*. Vole.
4. *Gymnosoma rotundata*. Vole.
5. *Pachyrrina crocata*. Vole.
6. *Tabanus bovinus*. Vole.
7. *Aclimonia tanaceti*. Apparition.
7. *Lampyris splendidula*. Vole.
7. *Chrysomia formosa*. Vole.
7. *Aclimonia tanaceti* Apparition.
8. *Vanessa Atalanta*. Vole.
9. *Rhingia rostrata*. Vole.
12. *Trichius fasciatus*. Apparition.
19. *Syritta pipiens*. Vole.
20. *Arge Galatea*. Vole.
20. *Macroglossa Stellatarum*. Vole.
24. *Tachina rustica*. Vole.
25. *Apatura Iris*. Vole.
28. *Ragonycha melanura*. Apparition.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 5. *Leptura rubrostestacea*. Apparition.
6. *Epinephele Janira*. Vole.
8. *Cimex prasinus*. Apparition.
11. *Locusta viridissima*. Chante.
14. *Tropicoris rufipes*. Apparition.
14. *Argynnis Paphia*. Vole.

Juillet 17. *Vanessa Prorsa*. Vole.
22. *Graphomyia maculata*. Vole.
24. *Lycaena Corydon*. Vole.

Août 2. *Asomia moschata*. Apparition.
7. *Calimorpha Hera*. Vole.
7. *Thecla Betulae*. Vole.

OBSERVATIONS FAITES A DES ÉPOQUES DÉTERMINÉES.

État de la végétation le 21 mars 1866.

(Pour la FEUILLAISON, on représente par 1, feuillage complet ; 3/4, feuilles aux trois quarts de leur grandeur ; 1/2, moitié grandeur ; 1/4, quart de grandeur ; 1/8, bourgeons ouverts ou très-petites feuilles initiales ; par *bourgeons*, on entend seulement ceux qui sont à moitié ouverts, et par 0, on entend absence de feuillaison.)

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE-lez Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	BOLHAIN. — (M. Husson).
Feuillaison.								
Æsculus Hippocastanum	—	0	0	Petits bourg.	0	0	Bourgeons.	
» lutea	-	- -	-	Id.				
» Pavia	-	- -	-	Id.				
Alnus glutinosa	—	0	0	—	0	0	Bourgeons.	
Amygdalus Persica		—	0	0	0	0		
Aristolochia Sipho	-	- -	-	0				
Arum italicum	—	1						
» maculatum	—	1	0	—	0	-	3/4	
Berberis vulgaris	—	0	0	0	0	0		
Betula alba	—	0	0	0	0			
Bignonia Catalpa	-	-	—	0				
» radicans	—		—	0				
Carpinus Betulus	—	0	0	0	0	0		
Cercis Siliquastrum		—		0				
Colchicum autumnale	—	1/2*						
» » (*var.*)	-	1/4						
Colutea arborescens	—	—	0	-	-	0		
Corchorus japonicus	1/2	1/4	0	1/2	1/8	1/8	—	1/8
Cornus mascula	—	-	0	0	Bourgeons.	0	1/8	
» sanguinea	—	—	0	0	—	0	1/8	
Corylus Avellana	—	—	0	Bourgeons.	Bourgeons.	Bourgeons.	Bourgeons.	Bourgeons.
Cratægus Oxyacantha	—	0	0	Id.	Id.	Id.		
Cytisus Laburnum		0	0	0	0	0		
Daphne Mezereum	1	1/4	0	—	—	1/8	1/2	1/8
Evonymus europæus	—	—	—	0				
Ginkgo biloba	—	-	-	Petits bourg.				
Gleditschia horrida	—	—	—	0				
Glycine sinensis	—	—	—	0				
Hydrangea hortensis	—	1/8	—	3/8	0			
Juglans regia	—	—	—	0				
Larix europæa	—	1/4	1/8	-	0			
Ligustrum vulgare	—	-	—	Bourgeons.				

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	MELLE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	WAREMME.	DOLHAIN.
Feuillaison (*suite*).								
Liriodendron tulipifera	—	—	—	0				
Lonicera Periclymenum	1	1/4	—	1/2	1/8	1/2	1/2	1/4
» Symphoricarpos	—	1/4	0	0	Bourgeons.	Bourgeons.	—	1/4
» tatarica	—	1/2	—	1/4				
» Xylosteum	—	0	—	—	Bourgeons.	1/4		
Magnolia Yulan	—	—	0	—	—	—	Bourgeons.	
Mespilus germanica	—	—	0	Bourgeons.	—	0		
Philadelphus coronarius	—	1/8	Bourgeons.	1/8	1/8	Bourgeons.	—	1/8
Populus alba	—	—	—	0	0			
» balsamifera	—	—	—	0				
» fastigiata	—	—	0					
Prunus armeniaca	—	—	0	0	0	0		
» Cerasus	—	1/8	0	Petits bourg.	0	Bourgeons.		
» domestica	—	—	0	—	—	0		
» Padus	—	1/8	0	—	0			
Pyrus communis	—	—	1/8	Petits bourg.	0	0		
» japonica	1	—	Bourgeons.	1/2	1/8	1/8		
Rhus coriaria	—	—	—	0				
» Cotinus	—	—	—	0				
Ribes alpinum	—	—	—	—	1/4	—	—	1/4
» Grossularia	—	1/2	Bourgeons.	1/4	1/4	1/8	1/4	1/2
» nigrum	—	1/4	1/8	1/4	0	Bourgeons.	Bourgeons.	1/8
» rubrum	3/4	—	0	Bourgeons.	1/8	0		
» sanguineum	—	—	1/2	—	1/4	1/8	1/4	
» Uva-crispa	—	1/2	0	—	1/4	1/8	1/4	
Robinia Pseudo-Acacia	—	—	—	0				
Rosa centifolia	—	—	0	—	—	Bourgeons.	—	1/8
» gallica	—	—	—	—	—	—	—	1/8
» rubiginosa	—	—	—	—	—	—	1/8	
Salix babylonica	—	—	0	1/4	—	—	1/8	
Sambucus nigra	—	1/4	1/8	1/4	1/8	1/8	1/4	1/8
» racemosa	—	1/4						
Sorbus aucuparia	—	—	0	0				
Spiræa sorbifolia	—	1/4	1/4	—	1/8	1/4	1/2	1/8
Staphylea pinnata	—	1/8	—	1/8	Bourgeons.			
Syringa persica	—	1/8	—	—	Id.	Bourgeons.	1/8	1/8
» vulgaris	Bourgeons.	1/8	1/8	1/8	1/8	Id.	1/8	1/8
Tilia europæa	—	—	—	0				
Ulmus campestris	—	—	0	0	—	0		
Viburnum Lantana	—	0	0	—	Bourgeons.	—		
» Opulus	—	1/4	0	Petits bourg.	Id.	—	Bourgeons.	
Vitis vinifera	—	—	—	0				

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	BOL[illegible]AEN. — (M. [illegible])
Floraison.								
Alnus glutinosa.	—	—	Nulle.	—	Terminée.	Générale.	Terminée.	Terminée.
Anemone Hepatica	—	—	Générale.	Commencée.	Avancee.	Id.	Générale.	
» nemorosa.	—	—	Boutons.	Avancée.	Générale.			
Amygdalus communis.	—	—	Id.	—	—	—	—	Commencée.
» Persica.	Avancée.	—	Id.	Partielle.	Avancée.	Boutons.	Générale.	Id.
Andromeda calyculata	—	Générale.						
Arabis caucasica	Générale.	Id.	—	—	Générale.			
Atropa Mandragora	—	Id.						
Aubrietia deltoidea	—	—	—	—	Générale.			
Bellis perennis.	—	—	Générale.	Générale.	Id.	Commence.	Commence.	Commencée.
Berberis vulgaris	—	—	—	Nulle.				
Betula alba	—	—	—	—	Nulle.			
Borago orientalis.	—	Générale.						
Buxus sempervirens	—	—	—	Boutons	Nulle.	—	Bourgeons.	
Corchorus japonicus (*fl. simp*) . . .	—	—	—	Avancée.	Commencée.	Boutons.		
» » (*fl. pleno*) . . .	—	—	—	Commencée.				
Cornus Mascula	Générale.	Générale.	Générale.	Partielle.	Terminée.	Générale.	Presq. finie.	Générale.
» sanguinea	—	—	—	Nulle.				
Corylus Avellana	Avancée.	—	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.
Crocus vernus	Id.	—	Générale.	Id.	Id.	Générale.	Id.	Id.
Daphne Laureola	—	Générale.	-	—	Avancée.	—	Générale.	
» Mezereum.	Générale.	Id.	—	Générale.	Id.	Avancée.	Presq. finie.	Générale.
Eranthis hyemalis	—	Passée.						
Erythronium Dens canis.	—	Generale.						
Forsythia viridissima.	—	Id.						
Galanthus nivalis.	Avancée.	—	Générale.	—	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Générale.
Hamamelis virginica.	—	Générale.						
Helleborus fœtidus	—	Id.						
» niger	Avancée.	Passée.	Terminée.	—	Terminée.	Terminée.	Presq. finie.	
» trifolius	—	Générale.						
» viridis.	—	Id.						
Hyacinthus orientalis	Générale.							
Lamium album	—	—	—	Nulle.				
» purpureum	—	—	Boutons.	Commencée.	Commencée.	—	Commence.	Générale.
Leontodon Taraxacum	—	—	Nulle.	—	Id.	Boutons.	Id.	Commencée.
Lonicera Periclymenum.	—	—	—	Nulle.				
» Symphoricarpos	—	—	—	Id.				
» tatarica	—	—	—	Boutons.				
Magnolia Yulan	—	—	Boutons.	—	Nulle.	—	Boutons.	
Muscari botryoides	Commencée.	—	—	—	Commencée.	—	—	Générale.
Narcissus Pseudo-Narcissus	Générale.	—	Commencée.	Commencée.	—	Générale.	Générale.	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	MELLE.	NAMUR.	GEMBLOUX.	WAREMME.	DOLHAIN.
Floraison (*suite*).								
Orobus vernus	—	Générale.	Commencée.	Commencée.				
Populus alba	—	—	—	—	Nulle.	—	Châtons.	Commencée.
» fastigiata	—	—	Boutons.					
» virginiana	—	—	—	—	—	—	Chute des châtons.	
Primula Auricula	—	—	—	—	Nulle.			
» elatior	—	—	—	Commencée.	Générale.	—	Commence.	
» grandiflora	—	—	—	—	—	—	Générale.	
» officinalis	—	—	—	—	Générale.			
» veris	—	Générale.						
Prunus armeniaca	—	—	Boutons.	Générale.	Avancée.	Commence.	Générale.	Commencée.
» Cerasus	—	—	—	Nulle.				
» domestica	—	—	—	—		—	Bourg.	
Pulmonaria officinalis	—	—	—	Commencée.				
Pyrus communis	—	—	—	Nulle.				
» japonica	Générale.	Générale.	Boutons.	Avancée.	Avancée.	Générale.	—	Générale.
Ranunculus Ficaria	—	Id.	—	Id.	Commencée.	Commence.	Commence.	
Ribes sanguineum	—	—	Boutons.	—	—	Boutons.	Bourg.	
» Uva crispa	—	—	—	—	Nulle.			
Salix capræa	—	—	Boutons.	—	Id.	—	Presq. finie.	Commencée.
Saxifraga crassifolia	Générale.							
Senecio vulgaris	—	—	—	—	Générale.	—	—	Générale.
Staphylea pinnata	—	—	—	Boutons.				
Syringa vulgaris	—	—	—	Nulle.				
Taxus baccata	—	Générale.	—	Générale.				
Tussilago alba	—	Id.						
» Petasites	—	Id.						
Ulmus campestris	—	—	—	—	Terminée.	—	—	Générale.
Viburnum Opulus (*fl. pleno.*)	—	—	—	Nulle.				
Vinca herbacea	—	Générale.						
» minor	Générale.	Id.	—	Commencée.	Commencée.	Commence.	Commence.	
Viola minor	—	—	Nulle.					
» odorata	Générale.	—	Boutons.	Commence.	Générale.	Générale.	Commence	Commencée.
» tricolor	—	—	—	—	Commencée.	—	—	Id.

Remarque. — L'hiver a été extrêmement doux. Une inspection extraordinaire faite à Waremme, le 21 février, à cause de cette température exceptionnelle, a donné à M. Ghaye les résultats suivants :

Floraison finie. — *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana.*

Floraison. — *Cornus Mascula*, *Daphne Mezereum*, *Galanthus nivalis*, *Primula grandiflora*, *Rhododendron dahuricum*, *Taxus baccata*, *Vinca major.*

Bourgeons avancés. — *Syringa vulgaris.*

Bourgeons ouverts. — *Daphne Mezereum*, *Ribes rubrum*, *Rosa gallica*, *Salix babylonica.*

Au 21 mars, l'avance s'est soutenue; mais on verra que le 21 avril n'a pas conservé l'avance observée en février et en mars. (Edm. de Selys-Longchamps.)

État de la végétation le 21 avril 1866.

(Pour la Feuillaison voyez la note en tête du premier tableau.)

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	DOLHAIN. — (M. Husson.)
Feuillaison.									
Æsculus Hippocastanum	3/4	1/2	1	3/4	3/4	1/2	1/8	1/2	1/4
» lutea	—	—	—	3/4					
» Pavia	—	—	—	3/4	—	—	—	—	1/8
Alnus glutinosa	—	3/4	3/4	—	1/2	1/8	—	1/4	1/4
Amygdalus communis	—	—	—	—	—	—	—	—	1/8
» Persica	—	—	1/2	3/4	1/2	—	—	1/2	
Aristolochia Sipho	—	—	—	1/8					
Arum maculatum	—	—	—	—	1	1	3/4	1	1
Berberis vulgaris	3/4	1	1	1	3/4	1	1/2	2/3	1/2
Betula alba	3/4	1	1	1/4	1/2	1/8	—	1/3	
Bignonia Catalpa	—	—	—	0					
» radicans	—	—	—	0					
Carpinus Betulus	1/2	1/4	1/2	1/4	1/4	—	—	1/3	1/8
Cercis Siliquastrum	—	—	—	1/8					
Colchicum autumnale	—	1							
» » (var.)	—	1							
Corchorus japonicus	3/4	1	—	1	1	1/2	3/4	1	1
Cornus Mascula	3/4	—	1	1/2	Bourgeons.	1/2	1/4	1/3	
» sanguinea	—	—	—	3/4	—	—	—	1/3	
Corylus Avellana	3/4	—	3/4	1/2	1/4	1/2	1/4	1/2	3/4
Cratægus Oxyacantha	1/2	1/2	1	1/2	1/2	3/4	1/4	1	1/2
Cytisus Laburnum	1/4	1/2	1	1/2	—	—	1/4	1/2	
Daphne Mezereum	1	1	—	—	1	1	3/4	1	3/4
Evonymus europæus	—	—	—	1					
Fagus sylvatica	—	—	—	—	—	—	—	0	
Fraxinus Ornus	—	—	—	—	—	1/8			
Ginkgo biloba	—	—	—	1/8					
Gleditschia horrida	—	—	—	Petits bourg.					
Glycine sinensis	—	—	—	Bourgeons.					
Hydrangea hortensis	—	1/4	—	1/2					
Juglans regia	—	—	—	1/8					
Larix europæa	—	—	1	—	—	3/4	1/2	1/2	1/2
Ligustrum vulgare	—	—	—	1/2	—	—	—	—	3/4
Liriodendron tulipifera	—	—	—	1/8					
Lonicera alpigena	1	—	—	—	—	—	3/4		
» biflora	—	—	—	—	—	1			
» Periclymenum	1	1	—	1	1	—	3/4	1	1
» Symphoricarpos	—	1	—	1	—	1	—	—	1

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.	DOLHAIN.
Feuillaison (*suite*).									
Lonicera tatarica	—	1	—	1	—	—	—	—	1/2
» Xylosteum	1	1	—	—	1	—	3/4	1	
Mespilus germanica	—	—	—	1/2	—	1/2			
Philadelphus coronarius	—	1	—	7/8	—	3/4	—	1	1
Populus alba	—	—	1/2	1/4	1/8	—	1/4		
» balsamifera	—	—	—	Petits bourg.					
» fastigiata	1/2	—	3/4	—	Bourgeons.	1/4	—	2/3	
Prunus armeniaca	1/2	—	1	3/4	1/2	—	1/4	1/2	
» Cerasus	3/4	1	1	3/4	1/4	—	1/4	1/2	3/4
» domestica	—	—	1/2	—	1/8	—	—	1/3	3/4
» Padus	1/4	3/4	3/4	—	—	—	1/4	1/2	1
Pyrus communis	2/3	—	1	3/8	1/2	1/2	Bourgeons.	1/4	1/8
» Cydonia	—	—	Bourgeons.	—	1/2	1/4			
» japonica	—	—	1	1	3/4	1	—	1	1
» Malus	—	—	1	—	1/8	1/2	—	1/4	
Ribes Grossularia	—	3/4	—	7/8	1	—	1/2	—	1
» nigrum	1	3/4	1	3/8	—	3/4	3/4	—	1/4
» rubrum	1	—	1/2	1/2	3/4	1	1/2	1	1/4
» sanguineum	1	—	1/2	—	1	1	3/4	1	
» Uva-crispa	—	3/4	—	—	—	1			
Rhus coriaria	—	—	—	1/3					
» Cotinus	—	—	—	3/16					
Robinia Pseudo-Acacia	1/4	—	1/4	Bourgeons.	3/4				
Rosa centifolia	—	—	—	—	—	—	—	—	1/4
» rubiginosa	1/2	—	—	—	—	—	3/4		
Salix babylonica	—	—	3/4	1/2	—	—	1/4	—	1/2
Sambucus nigra	1	—	1	7/8	3/4	3/4	1/4	1	1/4
Sorbus aucuparia	—	—	—	1/2					
Spiræa sorbifolia	3/4	1/4	3/4	—	—	3/4	3/4	2/3	
Staphylæa pinnata	3/4	—	—	1/2	—	1	1/2	—	1/4
Syringa persica	—	1/4	—	—	—	1/2	—	—	1/2
» vulgaris	1	1/2	Bourgeons.	1	1/2	1/2	1/2	1	1/2
Tilia europæa	3/4	—	3/4	3/8	—	1/8	1/4	2/3	
Ulmus campestris	1/2	—	—	1/4	1/4	Bourgeons.	—	1/3	
Viburnum Lantana	—	—	—	—	—	3/4	—	—	1/4
» Opulus	1/2	—	1/2	1/2	—	1/2	—	1	1/4
» Oxicoccos	—	—	—	—	—	—	1/2		
Vitis vinifera	1/4	—	Bourgeons.	1/8	Bourgeons.	—	Bourgeons.		

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Rigouts-Verbert.)	GENDBRUGGE. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	DOLHAIN. — (M. Husson.)
Floraison.									
Amygdalus communis	—	—	—	—	—	—	—	—	Terminée.
» Persica	—	—	Générale.	Terminée.	Avancée.	—	Presq. finie.	—	Id.
Andromeda calyculata	—	Continue.							
Anemone Hepatica	Avancée.	—	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Générale.	Terminée.	Presq. finie.
» nemorosa	Id.	Générale.	Générale.	Id.	Avancée.	Générale.	Id.	Presq. term	Continue.
Arabis caucasica	—	Continue.							
Azarum europæum	—	Générale.							
Atropa Mandragora	—	Terminée.							
Bellis perennis	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Avancée.	Générale.	Générale.	Générale.
Berberis vulgaris	—	—	—	Boutons.	Nulle.	Petits bout.	—	—	Commencée.
Betula alba	—	—	—	—	—	Fort avancée.			
Borago orientalis	—	Continue.							
Buxus sempervirens	Avancée.	—	Générale.	Presq. finie.	—	–	Terminée.	Générale.	
Caltha palustris	—	—	Id.	—	Générale.	—	Générale.	Id.	Générale.
Cardamine pratensis	—	—	Id.	—	Id.	—	Id.	Id.	Id.
Cheiranthus Cheiri	—	—	—	—	Id.	—	—	Id	Id.
Cochlearia officinalis	—	Continue.							
Corchorus japonicus	Commencée.	—	Terminée.	Presq. finie.	Commencée.	Générale.	Presq. finie.	Générale.	Générale.
Cornus Mascula	Id.	Terminée.	Id.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée	Terminée	Terminée.
» sanguinea	—	—	—	Boutons.					
Corylus Avellana	Terminée.	—	Terminée.	Terminée.	Terminée	Terminée.	—	Terminée.	Terminée.
Crocus vernus	Id.	—	Id.	Id.	Id.	—	Terminée.	—	Id.
Daphne Laureola	—	Terminée.	—	—	—	—	Presq. term.	Terminée.	Générale.
» Mezereum	Terminée.	Id.	—	Terminée.	—	Terminée	Terminée.	Id.	
» pontica	—	Pleine flor.							
Eranthis hieymalis	—	Terminée.							
Erythronium Dens Canis	—	Id.							
Forsythia viridissima	—	Générale.							
Fritillaria imperialis	—	Id.	Avancée.	—	Générale.	Générale.	—	Terminée.	Presq finie.
» Meleagris	—	Id.							
Galanthus nivalis	Terminée.	—	Terminée.	—	Terminée.	—	—	Terminée.	
Glechoma hederacea	—	—	Générale.	—	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Commencée.
Glycine sinensis	—	—	—	—	—	—	Bourgeons.		
Hamamelis virginica	—	Terminée.							
Helleborus fœtidus	—	Id.	Terminée.						
» niger	—	Id.							
» trifolium	—	Id.							
» veridis	—	Id.	Terminée.	—	Terminée.				
Hyacinthus amethystinus	Avancée.	—							
» botryoides	Id.	—	Terminée.	-	Avancée.	Avancée.	Terminée.	--	Presq. finie.
Iberis sempervirens	—	—	—	—	—	Générale.			

NOMS DES PLANTES	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.	DOLHAIN.
Floraison (*suite*).									
Iris pumila.	Générale.	Générale.							
Lamium album	—	—	Générale.	Générale.	Boutons.	—	Générale.	Générale.	Générale.
» purpureum	—	—	Id.	Id.	Commence.	Générale.	Id.	Id.	Id.
Leontodon Taraxacum.	Générale.	Générale.	Id.	—	Générale.	Id.	—	Id.	Id.
Lonicera Periclymenum	—	—	—	Nulle.					
» Symphoricarpos.	—	—	—	Id.					
» tatarica	—	—	—	Partielle.					
Magnolia Yulan	Avancée.	—	Avancée.	—	—	Avancée.	Générale.	Générale.	
Muscari botryoides	—	—	—	—	—	—	—	Terminée.	
Narcissus Pseudo-Narcissus	Générale.	—	Avancée.	Terminée.	Terminée	—	Terminée.	Id.	Générale.
Orobus vernus	—	Continue.	Terminée.	Presq. term.					
Populus alba	—	—	—	—	Avancée	—	Châtons tombés.		
» fastigiata	—	—	Terminée.	—	Générale.	—	—	—	Terminée.
Primula Auricula	—	—	Générale.	—	Id.	—	Générale.	Générale.	Générale.
» elatior	Avancée.	—	—	Presq. term.	Id.	—	Id.	Id.	Id.
» grandiflora.	—	—	—	—	—	—	—	Presq. term.	
» officinalis	—	—	—	—	Générale.	—	Générale.	Générale.	Générale.
» veris.	Avancée.	Continue.	—	—	Id.	Avancée.	Id.	—	Id.
Prunus armeniaca	—	—	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Presq. term.	Terminée.	Presq. term.
» Cerasus	—	—	Générale.	Générale.	Commence.	—	Générale.	Générale.	Commencée.
» domestica	—	—	Id.	—	—	—	Id.	Id.	Générale.
» Padus	—	—	Boutons.	—	—	—	Id.		
» spinosa	—	—	—	—	—	—	—	Générale.	Presq. term
Pulmonaria officinalis	—	—	Générale.	Générale.	—	—	—	—	Générale.
Pyrus communis.	—	—	Id.	Id.	Générale.	Commence.	Générale.	Commencée.	Commencée.
» Cydonia.	—	—	Boutons.	—	Boutons.				
» domestica.	—	—	—	—	Générale.				
» japonica	Générale.	Continue.	Avancée.	Générale.	Avancée.	Avancée.	—	Presq. term.	Presq. term.
» Malus	—	—	Boutons.	—	Boutons.	Boutons.	—	Commencée	
» spinosa.	—	—	Terminée.	—	Avancée.				
Ranunculus Ficaria	—	Continue.	—	Générale.	Générale.	—	Générale.	Terminée.	Générale.
Rhododendron dahuricum	—	—	Terminée.	—	—	Terminée.			
Ribes Grossularia	—	—	Générale.	—	Avancée.	—	Générale.	—	Terminée.
» nigrum.	Générale.	—	Boutons.	Partielle.	Boutons.	Commence.	Id.	Générale.	
» rubrum.	Id.	—	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Id	Id.	Générale.
» sanguineum	Avancée.	—	Terminée.	—	Id.	Id.	Presq. term.	Id.	
» Uva-crispa	Générale.	—	Générale.	—	Id.	Avancée.	Générale.	Id.	
Salix capræa	—	—	Id.	—	Avancée.	—	Terminée.	Presq. term.	
Sambucus nigra	—	—	—	Nulle.					
Saxifraga crassifolia	—	Générale.							
Scilla nutans	—	—	—	—	—	—	—	Commencée.	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.	DOLHAIN.
Floraison (*suite*).									
Senecio vulgaris	—	—	Boutons.	—	Générale.	—	—	Générale.	Générale.
Sorbus aucuparia	—	—	—	Nulle.					
Staphylea pinnata	—	—	—	Boutons.					
Syringa vulgaris.	—	—	Boutons.	Commence.	Boutons.	Boutons.			
Taxus baccata	—	Terminée.	—	Presq. term.					
Tulipa Gesneriana	Générale.								
Tussilago alba	—	Terminée.							
» Petasites.	—	Continue.	—	—	—	—	—	Presq. term.	Presq. term.
Ulex europæus	—	Pleine flor.							
Ulmus campestris	—	—	—	—	—	Terminée.			
Viburnum Opulus	—	—	Boutons.	Boutons.					
Vinca herbacea	—	Passée.							
» minor	—	Continue.	Avancée.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.
Viola odorata.	—	—	Id.	Presq. term.	Terminée.	Id.	—	Presq. term.	Presq. term.
Vitis vinifera	—	—	—	Nulle.					
Waldsteinia geoides	—	Générale.							

OISEAUX D'ÉTÉ ARRIVÉS A WAREMME.

Le 4 avril		*Ruticilla tithys.*
» 4	»	*Hirundo rustica.*
» 10	»	*Phyllopneuste rufa.*
» 11	»	*Ruticilla luscinia.*
Le 12 avril.		*Sylvia atricapilla.*
» 12	»	» *curucca.*
» 17	»	*Cuculus canorus.*

Remarques. — L'avance constatée à Waremme en février et en mars ne s'est point soutenue. Il y a un retard notable pour la feuillaison de cette année observée le 21 avril, comparée à celle observée le 21 avril 1865. Ainsi, l'année dernière, six plantes étaient notées pour $^1/_4$ de feuillaison et dix pour $^1/_2$. En 1866, la proportion est renversée : il y en a dix marquées $^1/_4$ et sept indiquées $^1/_2$.

Les oiseaux de la fin de mars sont également en retard : témoins le *Ruticilla tithys* et le *Phyllopneuste rufa*.

(Edm. de Selys-Longchamps.)

A Dolhain, la végétation qui était d'abord fort avancée, en février, a été plus tardive en mars, avril et mai que dans une année ordinaire, à cause des gelées. (Husson.)

État de la végétation le 21 octobre 1866.

(Les chiffres 0, 1/4, 1/2, 3/4, 1, indiquent la quantité de feuilles restant sur les arbres.)

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Dellynck.)	DOLHAIN. — (M. Husson.)
Effeuillaison.						
Acer campestre	—	—	—	—	1	
» Negundo	1/4	—	—	3/4	1	
» Pseudo-Platanus	1/2	—	3/4	1/2	3/4	
Æsculus Hippocastanum	3/4	1/2	3/4	3/4	1/2	3/4
» lutea	—	1/16				
» Pavia	—	1				
Amygdalus communis	—	—	—	1	—	1
» Persica	1	1	1	1	1	1
Aristolochia Sipho	1	1/2	3/4	1	0	0
Berberis vulgaris	1	3/4	1	1	1	1
Betula alba	0	7/8	—	3/4	1	1
» Alnus	1	—	1	1	1	1
Bignonia Catalpa	—	3/4	—	1		
» radicans	—	1				
Carpinus Betulus	1	3/4	1	3/4	1	3/4
Castanea vesca	3/4	—	—	3/4	1	1
Cercis Siliquastrum	3/4	7/8	—	1	1	
Corchorus japonicus	—	1	—	1	—	1
Cornus Mascula	1	1	1	3/4	1	1
» sanguinea	1/2	7/8	1	3/4	1	1
Corylus Avellana	1/2	3/4	3/4	3/4	1	3/4
Cratægus Oxyacantha	1	3/4	1	1	1	1
Cytisus Laburnum	3/4	1/16	1	1	3/4	1
Evonymus europæus	1	3/4	—	1	1	1
Fagus sylvatica	3/4	—	—	3/4	1	1
Ficus Carica	—	—	—	1	1	
Fraxinus excelsior	1/8	—	1	1	1	1
Gleditschia horrida	—	1/2				
» triacanthos	—	—	—	1/8	0	
Ginkgo biloba	1	1	—	1	1	
Glycine sinensis	1	1	1	1	1	
Hydrangea hortensis	1	1	3/4	1	1	
Juglans nigra	3/4					
» regia	—	1/2	3/4	1/4	1	3/8
Larix europæa	1	—	3/4	1	1	1
Ligustrum vulgare	1	3/4	1	1	1	3/4
Liriodendron tulipifera	—	3/4	—	3/4	1	
Lonicera Periclymenum	—	1	—	3/4		
» Symphoricarpos	—	1	—	—	—	3/4

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	WAREMME.	NAMUR.	DÔLHAIN.
Effeuillaison (*suite*).						
Lonicera tatarica	—	3/4				
» Xylosteum	—	—	1	1	1	3/4
» tripetala.	—	—	—	—	1	
Magnolia Yulan	—	—	—	1		
Mespilus germanica	—	1/2	—	—	—	1
Morus alba	1	—	—	—	1	
Paulownia imperialis.	1/2	—	—	1		
Philadelphus coronarius.	1	3/4	1	1	1	3/4
Platanus occidentalis.	1	—	—	3/4	1	1
Populus alba	1/3	1/2	—	1/2	—	1
» virginiana	—	—	3/4	3/4	1	1
Prunus armeniaca.	1	1	1	1	1	1
» Cerasus.	1	3/4	1	1/2	1	3/4
» domestica.	1/2	—	1/4	3/4	1	3/4
» Padus	1/4	—	—	1/2	1	
Pyrus communis	3/4	5/8	1	3/4	1	1
» japonica.	1	1	1	1	1	
» Malus.	3/4	—	1	1	1	1
Quercus Robur.	1	—	1	1	1	1
Rhus coriaria.	—	3/8				
» Cotinus	—	1/4				
Ribes alpinum	—	—	—	1	1	
» Grossularia.	1	1/2	3/4	1/2	1	1/4
» nigrum	1	1	3/4	3/4	1	3/4
» rubrum	1/2	3/8	0	0	1	0
» sanguineum.	1	—	1	1	1	
Robinia Pseudo-Acacia	1	1	1	1	1	3/4
Rosa gallica.	1/2	—	—	1	1	3/4
Rubus Idæus	1	—	1/4	3/4	1	3/4
Salix babylonica	7/8	7/8	—	1	—	1
» capræa	—	—	—	3/4	1	
Sambucus nigra	1	1	1	3/4	3/4	1
Sorbus aucuparia.	1/2	1/2	—	1/8	1	0
Staphylea pinnata.	—	5/8	—	1	1	
Syringa vulgaris	1	1	1	1	1	1
Tilia europæa	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	1
Ulmus campestris.	3/4	3/8	1	1	1	1
Viburnum Lantana	—	—	—	3/4		
» Opulus (*fl. simp.*)	1	—	—	—	1	
» » (*fl. pleno*)	—	1	1			
» Oxicoccos.	—	—	—	3/4		
Vitis vinifera	7/8	1	3/4	1	1	1

NOMS DES PLANTES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE.	MELLE.	GEMBLOUX.	WAREMME.
Floraison.					
Aster	Terminée.	Terminée.	Générale.	Avancée.	Générale.
Dahlia	Générale.	Générale.	Id.	Id.	Presq. term.
Hedera Helix	Terminée.	—	—	Commence.	Commence.
Helianthus tuberosus	Nulle.	Générale.	N'a pas fleuri.		
Fructification.					
Castanea vesca	—	—	—	—	Non mûr.
Pyrus malus	—	—	—	—	Mûr.
Vitis vinifera	—	—	—	—	Presq. mûr.

Remarque. — A Waremme, l'effeuillaison, cette année, est très-tardive. Sur 66 plantes, 57 conservent tout leur feuillage ou les trois quarts; 5 en ont la moitié et 4 seulement l'ont perdu en totalité ou en grande partie. — La première petite gelée à zéro degré centigrade a eu lieu le 17 octobre. — La maturation des fruits est très-incomplète; la maladie des pommes de terre a sévi et a été cause de la mauvaise récolte de ce tubercule.

(Edmond de Selys-Longchamps.)

NOTES.

Quelques observations météorologiques et botaniques, faites à Dolhain, en 1866, par M. Husson, directeur de l'École moyenne de Limbourg.

(Altitude de Dolhain : 200 mètres.)

Février	20.	Première gelée de l'année (- 3°) (¹), à 8 h. du matin. — Neige.
»	21.	A 8 h. du matin, - 10°5.
»	22.	Id. - 2°0.
»	28.	A 4 ½ h. du soir, baromètre : 712mm.
Mars	13 et 14.	Un peu de neige : therm. 0°, barom. 721mm,4.
Avril	9.	A 2 h. du matin, orage, deux violents coups de tonnerre; grêle et pluie abondantes.
Mai	3.	A 6 h. du matin, - 1°; glace de deux millimètres d'épaisseur.
»	6.	Gelée blanche.
»	21 et 25.	Gelées assez fortes, surtout le 25; toutes les pommes de terre qui étaient sorties du sol sont gelées.
»	28.	A 1 h. après midi, 19°5 à l'ombre.
Juin	3.	A 1 ½ h. après midi, température maximum de l'année { à l'ombre : 32°5. au soleil : 48°8.
Octobre	16 et 17.	Gelée blanche (- 1°). — Les *Capucines*, *Balsamines*, *Dahlias* et autres plantes délicates sont atteintes.
»	27.	A 5 ½ h. du matin, - 3°5. — Par suite de cette gelée, les arbres qui, pour la plupart, avaient encore leurs feuilles, les ont perdues en deux ou trois jours.
Novembre	14.	A 7 ¼ h. du matin, orage; deux violents coups de tonnerre, suivant immédiatement l'éclair. — Le même jour, à 3 h. 30 m. du soir, encore deux coups de tonnerre, mais peu violents. Le 14 novembre, le *souci*, la *giroflée*, le *lin vivace*, le *Phox*, la *mauve*, la *pensée*, la *julienne*, le *pied d'alouette*, le *Lychnis* et quelques autres plantes étaient encore en fleurs.
»	18, 19 et 20.	Neige continue.
»	30.	A 7 h. du matin, - 3°5.

Anvers. — Une seconde floraison a été observée le 21 octobre sur les plantes suivantes :

Anchusa italica.	*Hieracium valerianum.*	*Sylphium connatum.*
Campanula bononiensis.	*Jasminum nudiflora.*	*Verbascum Boerhaavi.*
Cithorium anthybias	*Penstomon Digitalis.*	*Vinca major.*
Clematis cærulea.	*Potentilla fragarioides.*	*Zephianthis candida.*
Hieracum aurantiacum.	*Ruta graveolens.*	

(Rigouts-Verbert.)

(¹) Le thermomètre dont on a fait usage est à échelle centigrade; le zéro en a été vérifié.

ERRATA.

Phénomènes périodiques de 1865.

Page 27, 1er tableau. — Quantité d'eau recueillie, etc., en avril, *au lieu de :* 0,78, *lisez :* 7,77.
— — — — l'année, — 680,21 — 697,20.
— 1er tableau. — Hauteur moyenne de l'eau, etc., en avril, — 0,16 — 1,35.
— — — — l'année, — 3,56 — 3,14.
Page 52. Entête de la 6me colonne, *au lieu de :* Dolhain, *lisez :* Gembloux.
— — de la 7me colonne, — Gembloux, — Dolhain.

SUR UN NOUVEAU GENRE

DE

ZIPHIOÏDE FOSSILE

(*PLACOZIPHIUS*),

TROUVÉ A EDEGHEM, PRÈS D'ANVERS,

PAR

P.-J. VAN BENEDEN,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

(Mémoire présenté à la classe des sciences, le 4 août 1866.)

SUR UN NOUVEAU GENRE

DE

ZIPHIOÏDE FOSSILE

(*PLACOZIPHIUS*),

TROUVÉ A EDEGHEM, PRÈS D'ANVERS.

§ I. — INTRODUCTION.

Dans le tome XII de la 2e série des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique* [1], après avoir parlé du squalodon qu'on venait de découvrir à Anvers, je fis mention d'une tête de cétacé ziphioïde, trouvée à la briqueterie de la société Pauwels, à Edeghem, et qui avait été obligeamment mise à notre disposition par M. le capitaine Le Hon.

Ce cétacé nous paraissait, dès le premier examen, nouveau pour la science, et les investigations auxquelles nous nous sommes livré depuis, n'ont fait que confirmer cette première opinion.

Le travail que nous avons l'honneur de communiquer à la classe, comprend le résumé de nos recherches sur ce nouveau ziphioïde.

M. Émile De Wael est le premier, je crois, qui a fait mention du nouveau gîte de fossiles découvert à Edeghem, et, depuis lors, nos savants confrères MM. Dewalque et Nyst ont exploré, de leur côté, cette intéressante localité au point de vue géologique et paléontologique.

L'Académie connaît déjà, par les importantes communications de notre savant confrère M. Nyst, la richesse des sables d'Edeghem en coquilles fossiles; mais on ne pouvait se douter que ce même sable nous révélerait, à côté de superbes nautiles, un cétacé d'une conformation aussi curieuse et

[1] Année 1861, n° 7, p. 453.

aussi intéressante que celui que nous allons faire connaitre. — C'est grâce à l'intervention empressée de M. le comte Du Bois d'Ayssche et à son goût éclairé pour les sciences, que les débris de ce curieux cétacé fossile n'ont pas été perdus pour la paléontologie.

On a trouvé avec la tête, qui était malheureusement brisée quand on l'a retirée de l'argile, un certain nombre de vertèbres et un radius de *Plesiocetus* mêlés avec d'autres ossements qui n'appartiennent évidemment pas au même animal.

La pièce principale est le rostre, qui est encore assez bien conservé. Le bout en a été perdu, mais à la base il est conservé jusqu'à l'origine des évents. Un grand nombre de fragments ont pu être rapportés, les uns aux parties latérales du maxillaire et de l'intermaxillaire, les autres à la base et à la partie postérieure de la boîte crânienne. Parmi ces derniers se trouvent les deux os temporaux avec une partie de l'occipital, qui permettent de se faire une idée exacte de la forme de la boîte crânienne.

Tous les os sont fortement imprégnés de pyrite, et leur surface se couvre constamment d'une efflorescence assez commune aux fossiles de l'argile rupelienne. Ces ossements sont, par là, comme on le pense bien, moins bien conservés que ceux du crag d'Anvers; ils n'ont pas été roulés.

§ II. — DESCRIPTION.

En regardant ce rostre de face, on est frappé surtout de sa largeur extraordinaire, en arrière des os maxillaires, ainsi que de l'aplatissement notable de toute la face supérieure. Il présente un aspect tout différent de celui des autres ziphioïdes.

Les intermaxillaires sont fortement écartés et laissent le canal vomérien à nu, ce qui fait que le rostre est parcouru dans toute sa longueur par une large et profonde gouttière. On voit toute cette partie du vomer au fond de cette gouttière comme dans la plupart des cétacés vivants. On ne peut mieux comparer cette excavation vomérienne qu'à une pirogue indienne, dont les deux extrémités seraient enlevées.

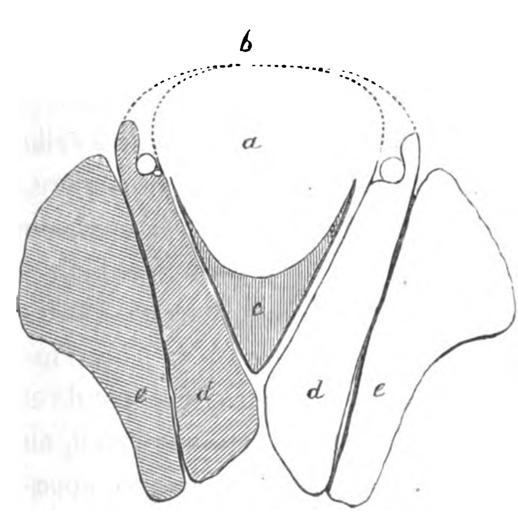
Vu par sa face inférieure, le rostre est plus remarquable encore; il est

légèrement creusé sur sa ligne médiane en avant, où l'on voit les maxillaires écartés par les intermaxillaires; vers la moitié de la longueur du rostre, ce sillon se remplit, et le vomer perce au milieu sur une assez grande étendue. En arrière, les os palatins ont disparu et la base de l'os vomérien forme une carène très-saillante, qui constitue toute la partie postérieure du rostre.

Il est inutile de faire remarquer le haut intérêt qui s'attache aux caractères fournis par les os du palais.

Le sillon médian nous montre en arrière les deux maxillaires qui se touchent sur une longueur de quatre à cinq pouces; puis ces os s'écartent pour mettre à nu le vomer, qui disparaît à son tour derrière les intermaxillaires. Ce ne sont donc pas les maxillaires qui se réunissent en avant sur la ligne médiane, comme on le voit dans la plupart des animaux de cet ordre, mais bien les intermaxillaires, et ce sont aussi ces os qui contribuent le plus à donner de la solidité au rostre.

Sur les flancs de ce même rostre, on voit très-distinctement un sillon longitudinal, formé dans les maxillaires, et qui semble correspondre au bord alvéolaire. Ce sillon est extraordinairement large et profond dans le cétacé que nous décrivons; dans les autres genres il est, au contraire, faiblement indiqué.



Coupe du rostre vers le tiers antérieur de sa longueur :

a. Canal vomérien.
b. Voûte formée par les intermaxillaires, quand ils se développent complétement.
c. Vomer.
d. Intermaxillaires.
e. Maxillaires.

Le palais ne montre aucune apparence d'alvéoles, et, à moins qu'il n'y ait eu des dents cachées dans l'épaisseur des gencives, ce cétacé, comme les ziphioïdes en général, n'a pas de dents supérieurement.

Nous donnons ici la coupe du rostre, à l'endroit où il est brisé, c'est-à-dire vers le tiers antérieur de sa longueur. On voit en haut, au milieu, le large canal vomérien *a*, recouvert par la voûte des deux intermaxillaires *b*, en dessous, le vomer *c*, au milieu, les deux intermaxillaires *dd*, et enfin les maxillaires *ee*.

Nous n'avons malheureusement pas un débris de maxillaire inférieur.

La longueur du rostre conservé est à peu près de 38 centimètres sur 25 centimètres de large. Le bout du rostre perdu devait avoir à peu près 14 centimètres. A en juger par l'os occipital et les temporaux, la longueur totale du crâne est à peu près de 68 centimètres.

La tête formant, en général, dans les cétodontes, le cinquième de la longueur totale, nous estimons que la longueur de l'animal nouveau d'Edeghem devait être à peu près de trois mètres et demi à quatre mètres.

D'après les os occipitaux, cet animal devait être fort large de tête et de corps, et beaucoup moins effilé que les cétacés actuels. Il est probable aussi, d'après cela, qu'il était moins bon nageur.

DESCRIPTION DES OS.

Os intermaxillaire. — De tous les os de la tête du cétacé, c'est l'intermaxillaire qui a le plus d'importance pour le naturaliste. On peut, en général, distinguer un cétacé quelconque par cet os seul.

On voit distinctement l'intermaxillaire dans toute la longueur du rostre. La voûte qu'il forme au-dessus du canal vomérien est brisée, de manière que ce canal est complétement ouvert comme nous l'avons dit plus haut.

En avant, près de la pointe, cet os a une largeur à peu près égale à celle du maxillaire, puis il s'élargit lentement à mesure qu'on le suit en arrière, et forme une dépression assez notable à droite et à gauche, à la hauteur du point de réunion avec celui du côté opposé. Jusqu'ici ces deux intermaxillaires sont assez semblables et le rostre est parfaitement symétrique. Mais dès que les os se rapprochent des narines, une véritable déviation a lieu à gauche; l'intermaxillaire droit s'élargit considérablement, prend la forme d'une spatule et dépasse notablement la ligne médiane. L'intermaxillaire gauche se rétrécit, au contraire, d'une manière sensible, et le défaut de symétrie devient plus apparent, à mesure qu'on approche des évents. Cette déviation est telle dans cet endroit, que celui qui n'aurait pas étudié les cétacés vivants, surtout les ziphioïdes et leurs profondes irrégularités dans la région des narines, ne croi-

rait pas, en regardant cette région, avoir une disposition normale sous les yeux. Ici l'intermaxillaire de droite s'élève en arrière comme un pan de mur, s'élargit considérablement et fait dévier de plus en plus à gauche l'orifice des narines. Cette région postérieure de la face s'élève assez brusquement pour donner à la partie antérieure du crâne une apparence de chaloupe, et le rapprocher du crâne des cachalots. L'intermaxillaire gauche est brisé dans cet endroit et le fragment en est perdu, mais il est facile de voir, par la direction de ses contours, que cet os, dans cette région, doit être considérablement réduit.

On a dû remarquer depuis longtemps que cette déviation est générale dans les cétacés ziphioïdes et qu'elle a toujours lieu du même côté gauche. Cette observation a été faite surtout pour les cachalots. Il paraît même que les pêcheurs avaient déjà observé, que les prétendus jets d'eau qui sortent des narines des cachalots, au lieu de monter perpendiculairement, s'élèvent obliquement à gauche.

Ce qui rend cet intermaxillaire plus intéressant encore, c'est qu'il prend en avant une plus large part à la formation du rostre que le maxillaire lui-même. En général, c'est le bout du museau seulement qui est constitué par les intermaxillaires, tandis qu'ici ils prennent une grande part dans sa formation vers le milieu même de sa longueur. En effet, les deux intermaxillaires se rapprochent en avant sous le vomer et écartent ensuite le long du palais les deux maxillaires. Ce sont eux qui donnent, en effet, toute la solidité au bout du rostre, comme on le voit par la coupe que nous avons donnée plus haut. On reconnait, en effet, par cette coupe que la cavité vomérienne est fort vaste et que les os intermaxillaires protégent de tous côtés le vomer.

On voit aussi dans toute la longueur de l'os intermaxillaire un canal qui loge probablement un des principaux nerfs du museau.

Ces os montrent, en outre, un trou, non loin des fosses nasales, qui est comparativement fort grand, surtout celui de droite. Celui de gauche est placé un peu plus bas que l'autre. Nous ne voyons pas de trou sous-orbitaire dans les portions de maxillaire qui sont conservées.

L'*os maxillaire* occupe, comme toujours, une très-vaste étendue. Quoiqu'il soit mutilé dans divers endroits, à droite et à gauche, nous pouvons cepen-

dant en apprécier les caractères principaux. Il est évident que ce cétacé ne porte aucune sorte de dents alvéolées à la mâchoire supérieure, ce qui nous semble résulter clairement, non-seulement de l'absence complète de toute trace de cavités, mais également de l'amincissement successif du bord qui devrait former la rangée d'alvéoles. Ce maxillaire, en arrière, quitte la ligne médiane, laissant à nu toute la face inférieure du vomer, qui doit avoir été couverte par les os palatins.

A la partie postérieure du palais, ces mêmes maxillaires montrent un sillon droit, qui se dirige obliquement de dedans en dehors et d'avant en arrière, suivant exactement le bord libre postérieur du maxillaire. Nous ignorons ce que ce sillon loge à l'état frais. Nous ferons seulement remarquer qu'aucun cétacé vivant ne nous montre des sillons semblables.

Comme nous l'avons dit plus haut, nous ne voyons pas le *trou sous-orbitaire* qui s'observe cependant dans tous les cétacés. Peut-être se trouvait-il dans la portion de l'os qui manque.

Le corps du vomer est extrêmement fort. Il se trouve à nu vers le milieu de la longueur du rostre, à la base du palais, où il forme une véritable carène.

Comme nous venons de le dire, le vomer se prolonge en avant, formant un véritable étui autour du ligament cartilagineux qui ne se solidifie généralement pas, et qui ne se conserve que dans fort peu de cétacés. Cette portion du vomer isolée peut fort bien être comparée, ainsi que nous l'avons déjà dit, à une pirogue indienne.

De la région crânienne nous possédons les deux pièces les plus importantes, l'occipital, en partie au moins, et le temporal.

Os occipital. — On peut dire que l'occipital est pour le crâne ce que l'intermaxillaire est pour la face. Ce sont les deux os qui font le mieux connaître les dispositions générales.

Cet os présente d'abord cette particularité, qu'il est plat dans toute sa largeur, extraordinairement large en dessous, s'élevant verticalement jusqu'au sommet du crâne comme un contre-fort. La boîte crânienne est resserrée d'avant en arrière comme dans les cachalots et la face postérieure du crâne s'élève comme un pan de mur. Cet os ne se courbe pas même sur le côté où il s'unit au temporal. Le temporal forme une véritable doublure à cette partie latérale de l'occipital.

Cet os est mince comme une feuille de carton en haut, et s'unit avec le pariétal sur le côté, où il recouvre une partie du temporal. La partie la plus solide, les condyles avec le trou occipital, a disparu. Toutefois l'atlas ayant été conservé en partie, nous avons pu reconstituer la surface des condyles et le trou occipital. La surface articulaire des condyles est fort grande, étroite en dessous et s'élargissant jusqu'en haut. Il existe un espace étroit entre eux en dessous. Le trou occipital est proportionnellement fort grand.

Ce qui nous paraît digne de remarque c'est que les condyles s'écartent plus l'un de l'autre en haut que dans la généralité des cétacés. Les deux condyles forment, par conséquent, un angle plus ouvert, et cette disposition doit produire son effet dans les mouvements du cétacé.

Si nous jugeons de la longeur de l'animal par le volume de l'atlas, nous arrivons au même résultat qu'en jugeant de la longueur totale par la tête, c'est-à-dire que l'animal devait avoir une longueur de trois mètres et demi à quatre mètres.

Os temporal. — L'os temporal suit exactement la singulière conformation de l'occipital. Il est mince et aplati d'avant en arrière. La portion qui constitue l'arcade zygomatique forme à peine une saillie en avant. La surface glénoïde est verticale et offre fort peu de résistance au condyle du maxillaire inférieur. La portion mastoïdienne manque, mais on voit, par l'os occipital, qu'elle est fort peu développée et ne s'étend pas aussi loin en arrière et en dessous que dans plusieurs ziphioïdes, le microptère par exemple.

D'après la disposition de l'arcade zygomatique, la fosse temporale doit avoir été fort étroite et étendue obliquement d'avant en arrière.

La caisse du tympan ainsi que le rocher manquent complétement. On voit cependant que la boîte crânienne était fermée de ce côté, comme dans les ziphioïdes en général.

La surface glénoïde n'a pas plus que les autres cétacés en général ses limites nettement tranchées. Cette partie du temporal est régulièrement étendue comme la surface d'une feuille, sans excavation comme sans saillie.

La portion basilaire de l'occipital est conservée. Elle montre, avant tout, le peu de développement qu'avait le cerveau et le cervelet d'avant en arrière, et, partant, son grand développement en largeur.

En résumé, ce qui distingue surtout ce genre c'est le grand développement en largeur des intermaxillaires en arrière, surtout de celui de droite, ainsi que du maxillaire à la base du rostre, la dépression du rostre au milieu de sa longueur, la disposition verticale de l'occipital et du temporal et la grande déviation, à gauche, des fosses nasales. Le *Placoziphius* est aussi remarquable par la largeur du rostre que par la forme de la boîte crânienne.

Atlas. — Nous sommes en possession d'un atlas presque complet, et ce qui manque peut être facilement reproduit par ce qui existe.

D'abord cet os est complétement isolé, ce que nous ne supposions pas, à en juger par la région cervicale des microptères et des hypéroodons. L'on sait que les vertèbres de cette région cervicale sont toutes soudées dans l'hypéroodon, les deux premières dans le microptère, les six dernières dans le cachalot. C'est donc du cachalot que ce cétacé se rapprocherait le plus, du moins par les vértèbres.

La forme, toutefois, des apophyses transverses, et surtout leur développement, met une grande distance entre ces deux cétacés.

Cette vertèbre a une forme annulaire, mais avec des masses latérales d'un fort grand développement.

Le trou rachidien est fort large au-dessus, très-étroit en dessous, et ne laisse que l'espace nécessaire à l'apophyse odontoïde de l'axis. Ce trou est pyriforme; il occupe, en haut, en largeur, un diamètre de soixante à soixante-cinq millimètres, en bas, au contraire, un diamètre seulement de trente millimètres.

Le corps de la vertèbre n'est point indiqué. Les deux surfaces articulaires postérieures sont confondues l'une dans l'autre, tandis qu'en avant il ne reste qu'une séparation de deux millimètres de largeur. Il existe, à la face inférieure et postérieure, un tubercule qui fait saillie obliquement en arrière.

La vertèbre a un diamètre antéro-postérieur de près de trente millimètres.

L'arc supérieur est étroit et, à en juger par analogie, l'apophyse épineuse manque.

A la base, en avant, on voit l'échancrure qui loge l'artère vertébrale. Cette échancrure ne mérite pas le nom de gouttière.

La surface articulaire antérieure qui correspond aux condyles occipitaux,

est assez large au milieu, passablement creusée avec un bord assez proéminent en dessus et se touchant presque en dessous sur la ligne médiane.

Les deux surfaces articulaires postérieures occupent une petite étendue et ne sont que faiblement indiquées. Elles laissent entre elles un espace de quatre centimètres; elles ont une forme ovale et c'est à peine si elles forment une saillie.

Les apophyses transverses sont fort larges à la base, et très-peu proéminentes. Elles ne sont pas creusées pour loger l'artère vertébrale. Celle-ci n'occupe qu'une faible échancrure en avant et en haut.

§ III. — DÉTERMINATION.

Quelle place ce cétacé doit-il occuper dans le grand groupe des Cétodontes?

Comme il n'y a point de dents supérieurement, tout en ne connaissant rien du maxillaire inférieur, ce cétacé prend, nous semble-t-il, naturellement rang dans la famille des ziphioïdes. Mais comme le rostre de tous les ziphioïdes est fort allongé et étroit, tandis que celui-ci est large et que l'atlas est soudé à l'axis dans tous les genres, sauf dans les cachalots, nous ne pouvons hésiter à ériger ce cétacé en genre nouveau et nous proposons pour lui le nom de *Placoziphius* [1] de Dubois, *Placoziphius Duboisii*.

Nous dédions l'espèce à celui qui a sauvé cette pièce remarquable de la destruction; c'est le moins que nous puissions faire pour celui qui a rendu cet animal à la science.

Ces ossements ont été trouvés au-dessus ou dans l'argile que Dumont désigne sous le nom de *Système rupélien*. Ils viennent, en tout cas, de la couche la plus superficielle de cette terre glaise, et il n'est guère douteux que, tout en ayant été trouvés dans l'argile, ce cétacé n'appartienne, en réalité, à l'époque du crag. Ces débris ont été enfouis, il est vrai, dans les couches les plus récentes de l'argile, mais tout fait supposer qu'ils y ont pénétré par leur propre poids, ou par l'action des vagues, qui ont lavé, au début de cette période, la surface de ce dépôt. Les quadrupèdes n'appartiennent pas tou-

[1] De πλαξ *tabula*.

jours au même âge géologique que le terrain où ils ont été enfouis, disait naguère avec raison M. Gaudry.

La tête de ce cétacé était accompagnée de divers autres ossements, mais dont l'aspect et la dimension indiquent qu'ils ne proviennent ni de la même couche, ni du même animal. En effet, les vertèbres, au nombre de plusieurs, semblent se rapporter à des plésiocètes de petite taille, tandis qu'un fragment de radius, qui faisait partie du même envoi, provient d'un plésiocète de grande dimension.

C'est le premier cétacé que l'on découvre dans les briqueteries de l'Escaut. Il y a une trentaine d'années nous avions trouvé, à Niel, des os tympaniques de plésiocètes, que nous pensions appartenir également à l'argile; mais nous avons reconnu depuis longtemps qu'ils proviennent comme celui-ci d'animaux d'une époque plus récente.

§ IV. — AGE.

M. Nyst, résumant ses observations sur les fossiles recueillis à Edeghem, fait observer que les espèces de cette localité ont plus d'analogie avec celles de l'étage falunien *B*, des environs de Bordeaux, du Piémont, de la Sicile et de l'Autriche, qu'avec celles du crag rouge qui couvre la partie est et nord d'Anvers [1].

C'est avec le crag noir du fort d'Herenthals et du système boldérien qu'elles ont le plus de rapport, et il en conclut que le boldérien n'est que la base du système diestien de Dumont.

Le cétacé que nous décrivons ici appartient à ce même crag noir et fait partie, comme presque tous les ziphioïdes trouvés à Anvers, de cette faune de l'époque pliocène.

Et, au sujet des nautiles trouvées en abondance dans cette même argile, M. Nyst commence à douter si ces mollusques ne sont pas dans le même cas que le placocète, c'est-à-dire que, tout en sortant de l'argile, ces céphalopodes appartiendraient à une époque post-rupélienne et ne seraient pas plus âgés que les animaux du crag noir.

[1] *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2ᵉ sér., t. XII, p. 29; 1861.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

(*Ces figures sont toutes réduites.*)

Fig. 1. — Rostre vu en dessous : le vomer, en arrière, est à nu par la disparition des os palatins; vers le milieu, les deux maxillaires s'écartent et le vomer devient naturellement visible; les maxillaires montrent en arrière un sillon très-marqué qui marche parallèlement à leur bord libre.

» 2. — Rostre vu par le haut, montrant au milieu les intermaxillaires et le profond canal vomérien. L'intermaxillaire de droite s'élargit considérablement en arrière en s'élevant à côté des narines.

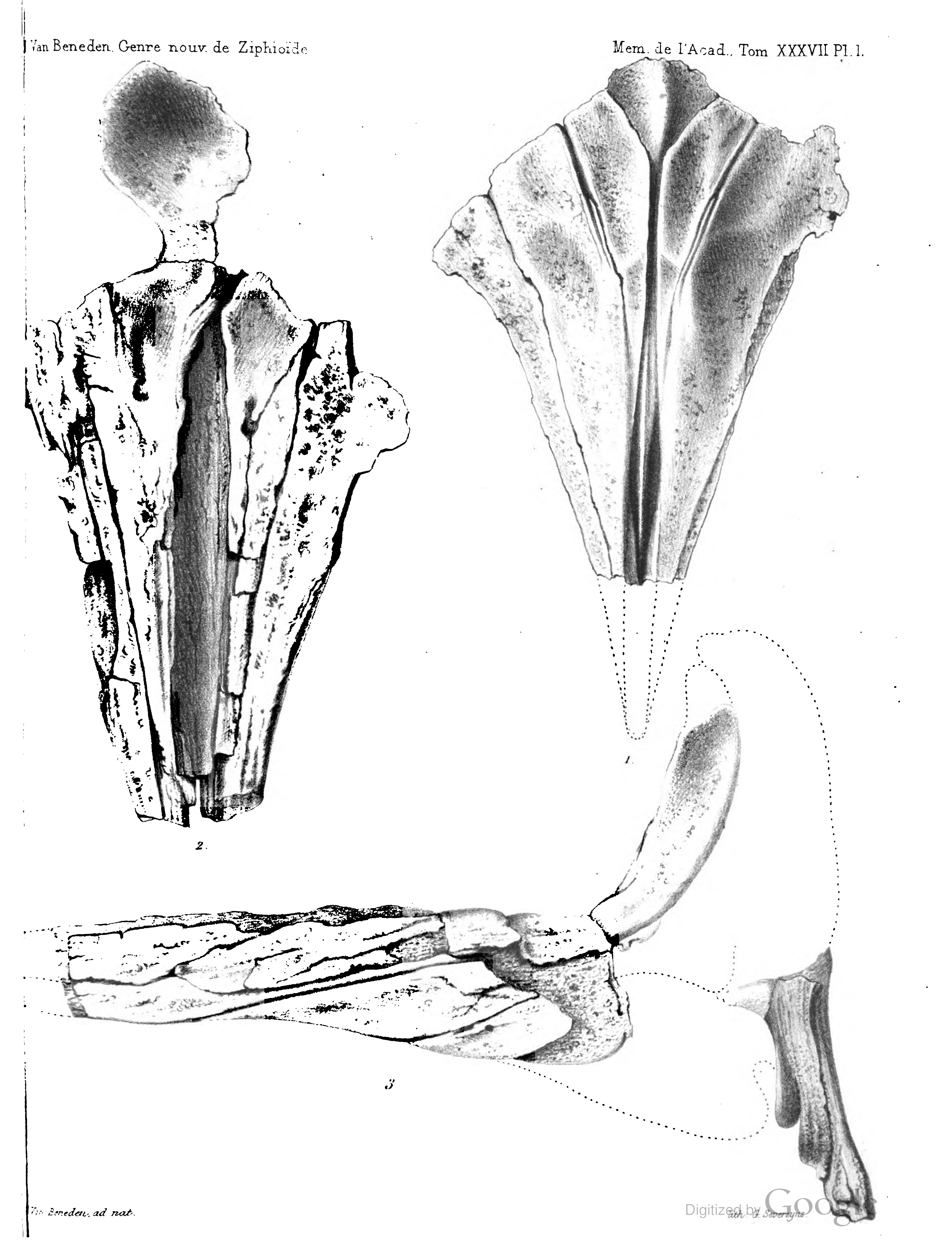
» 3. — Le rostre vu de profil avec l'os occipital et le temporal en place. On voit la surface glénoïde dans une position verticale.

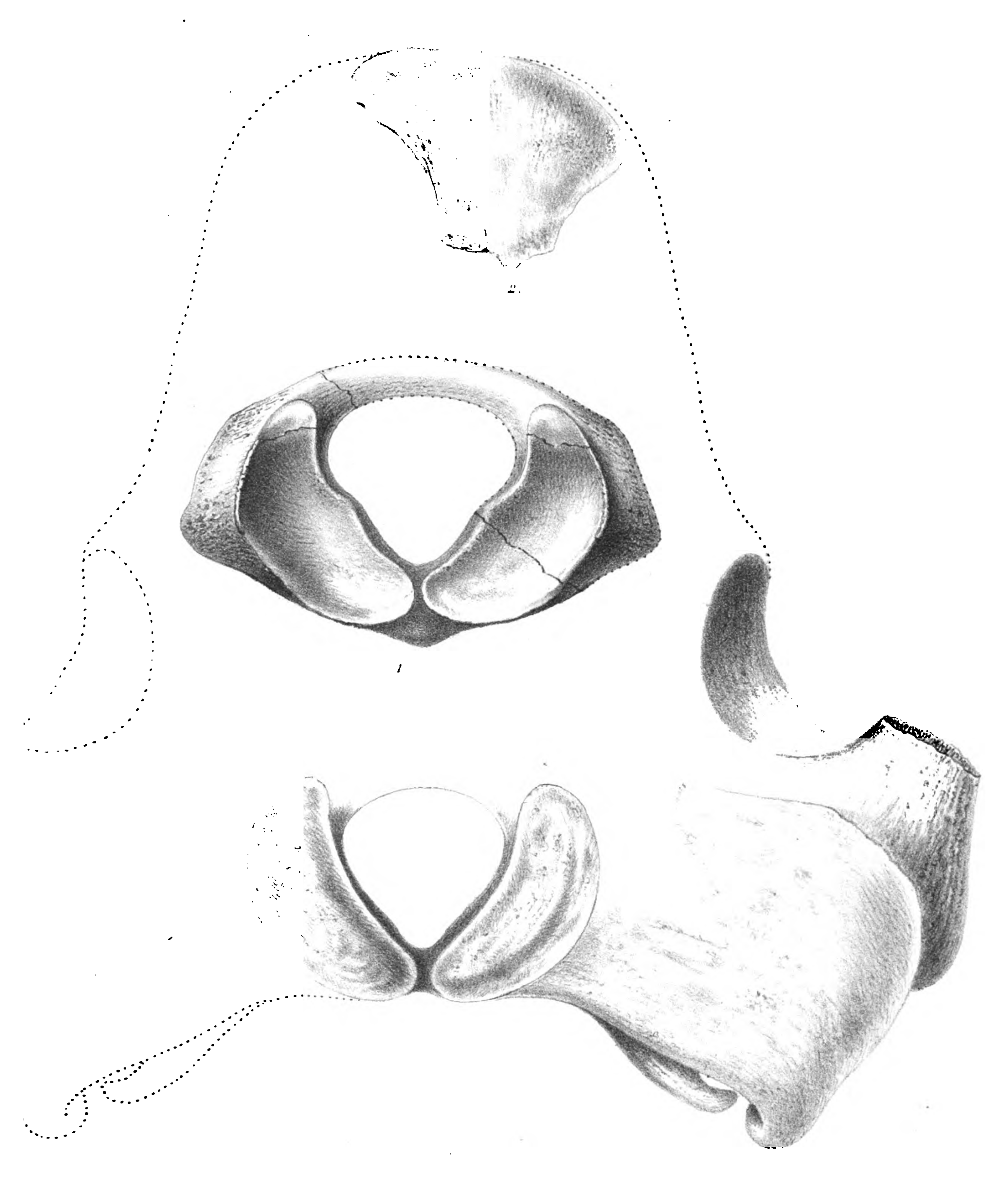
PLANCHE II.

Fig. 1. — L'atlas réduit de moitié.

» 2. — Le crâne, vu par sa face postérieure, réduit également de moitié.

FIN.


1.
2.
3
Van Beneden, ad nat.
lith. G. Severeyns.



Van Beneden, ad nat.

lith. G. Severeyns

RECHERCHES

SUR

LES SQUALODONS,

SUPPLÉMENT,

PAR

P.-J. VAN BENEDEN,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

(Mémoire présenté à la classe des sciences, le 2 mars 1867.)

RECHERCHES

SUR

LES SQUALODONS.

J'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de la classe des sciences, dans la séance du mois de décembre 1863, une planche représentant la tête complétement restaurée avec son système dentaire, du squalodon d'Anvers, et, à la séance du 2 avril 1864, j'ai eu l'honneur de communiquer un mémoire sur les divers débris de ce curieux animal, trouvés dans le midi de la France, dans la haute Autriche, en Gueldre (Pays-Bas) et dans les environs d'Anvers. La classe a bien voulu ordonner l'impression de ce travail dans les *Mémoires de l'Académie.*

Ce mémoire n'a été achevé que quand les travaux de terrassement autour de notre métropole commerciale touchaient à leur fin, et, si nous avons encore une pièce à faire connaître, c'est qu'elle a été mise au jour au moment où l'on ne s'attendait plus guère à une découverte de quelque importance.

En effet, ce sont les ouvriers terrassiers qui, en creusant le fossé d'enceinte, ont exhumé, dans un lieu très-pauvre en ossements fossiles, un nouveau débris du redoutable carnassier, qui nous permet de compléter notre description, particulièrement sous le rapport du système dentaire.

C'est la partie antérieure du maxillaire inférieur dans toute la longueur de la symphyse, avec plusieurs dents complètes en place, et les alvéoles de celles qui manquent, dans une parfaite intégrité. Les dents montrent leurs couronnes et leurs racines simples et doubles également intactes.

Nous étions en possession de la partie moyenne du maxillaire inférieur et

d'un fragment isolé remarquable par ses alvéoles; cette pièce nouvelle nous permet de compléter toute la partie intéressante qui nous manquait.

Nous nous empressons de donner dans ce supplément, qui fait suite à notre *Mémoire sur le squalodon*, la description, accompagnée d'une figure de grandeur naturelle, de cette pièce importante.

C'est grâce à la bienveillance de notre savant confrère M. le vicomte Bernard Du Bus, que nous sommes à même de publier ce supplément; nous lui en témoignons ici toute notre reconnaissance, d'autant plus qu'il avait eu soin, avant de nous le communiquer, d'ajuster lui-même avec beaucoup de sagacité divers fragments qui s'étaient détachés.

La seule publication faite sur ces animaux, depuis la communication de notre mémoire, est une notice que mon ami Paul Gervais a lue à l'Académie des sciences de Montpellier, à la séance du 3 février 1863. Elle a pour objet les affinités du genre *Squalodon*. M. Paul Gervais y exprime la pensée que ce mammifère est particulièrement voisin, par plusieurs de ses caractères principaux, des *Inias*, dauphins à rostre allongé, qui vivent dans la rivière des Amazones ainsi que dans plusieurs de ses affluents, et qui diffèrent, sous plusieurs rapports, de tous les cétacés vivants et fossiles [1].

M. Paul Gervais donne la liste suivante des animaux vertébrés dont on trouve les débris mêlés avec ceux du squalodon dans le calcaire miocène de Castries :

Phoca?
Halitherium.
Delphinus (*Glyphidelphis sulcatus*).
Crocodilus.
Chrysophrys.
Sargus incisivus.
Myliobates micropleurus.
— *arcuatus.*
Pristis.
Squatina.

Carcharodon megalodon.
Hemispristis paucidens.
— *serra.*
Galeocerdo aduncus.
Oxyrhina hastalis.
— *xyphodon.*
— *desorci.*
Lamna elegans.
— *dubia.*

Il n'est pas sans intérêt de mettre en regard des animaux qui vivaient dans le midi de la France au milieu des squalodons, la liste de ceux qui

[1] Académie des sciences et lettres de Montpellier. Extrait des *Procès-verbaux*... Montpellier, 1864, p. 7.

vivaient avec ces mêmes carnassiers dans une partie de la mer du Nord. Nous reproduisons ici les noms des principales espèces de mammifères que le crag d'Anvers nous a révélés jusqu'à présent, croyant inutile d'y joindre le nom des poissons plagiostomes que cette mer nourrissait en si grande abondance; nous ne faisons exception que pour une tortue marine, dont un humérus bien conservé rappelle la taille gigantesque :

Palaeophoca Nystii.	*Ziphius cavirostris.*
Trichecodon Koninckii.	*Dioplodon becanii.*
Delphinus Dujardinii.	*Hyperoodon primitivium.*
— *Dewaelii.*	*Plesiocetus garopii.*
— *waesensis.*	— *Burtinii.*
— *sulcatus?*	— *hupschii.*
Ziphius planirostris.	*Chelonia atlas.*

DESCRIPTION.

Nous avons parlé dans notre mémoire d'un fragment de maxillaire inférieur, que nous avons fait figurer en place, vu du côté droit, et dans lequel se montrent quatre alvéoles doubles pour les racines des dents. La pièce que nous décrivons ici correspond à la partie antérieure de ce fragment, de manière qu'elle complète précisément la région qui manque; elle ne montre cependant pas la fin de la longue symphyse, et la dernière dent qui laisse des traces par son alvéole est une dent dont la racine est encore simple.

Dans la pièce que nous avons décrite dans notre mémoire et qui appartient au musée royal, comme celle que nous faisons connaître ici, la partie postérieure de la symphyse était seule conservée, tandis que celle-ci montre toute la partie symphysaire avec l'indication de toutes les dents antérieures au grand complet. Ce fragment mesure trente-cinq centimètres de long sur sept centimètres de haut en arrière et quatre à cinq centimètres en avant.

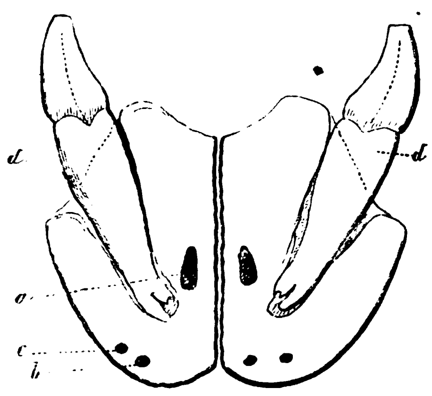
Les dents sont toutes régulièrement espacées, de manière qu'il y a en avant un espace d'un centimètre à peu près entre chacune d'elles; cet espace augmente insensiblement en arrière et atteint jusqu'à deux centi-

mètres, au sortir des alvéoles. Les dents incisives sont plus rapprochées les unes des autres que les canines et les molaires, et leurs racines sont juxtaposées de manière, que tout le bout de l'os est chevillé par elles. Ce sont des coins recourbés implantés de haut en bas, d'avant en arrière, et qui suivent tous la même direction.

Il y a huit dents encore en place du côté droit, et les cinq dernières sont parfaitement entières; leurs couronnes sont aussi bien conservées que leurs racines. Dans les trois antérieures les couronnes manquent.

A gauche, il n'y a que sept dents de conservées dont une seule, la dernière, est intacte. La canine a la moitié de sa couronne. Les deux premières molaires sont cassées près du collet, mais leurs racines sont restées en place.

A la surface externe de l'os on voit divers orifices espacés comme dans le maxillaire des baleines, et qui correspondent au trou mentonnier; toutefois, dans les cétacés à fanons, ces trous sont situés sur le bord supérieur du maxillaire, tandis qu'ils s'ouvrent beaucoup plus bas dans le squalodon; ces trous mentonniers montrent une disposition assez constante et assez régulière pour mériter une attention particulière dans une description zoologique. L'on comprend, du reste, que les nerfs mentonniers se distribuent diversement au museau selon le régime et le genre de vie. Il n'y a généralement chez les cétodontes qu'un seul grand trou mentonnier.



Coupe du maxillaire inférieur à la hauteur de la troisième dent prémolaire; les dents sont vues d'arrière en avant au 1/2:

a. Canal dentaire.
b. — mentonnier antérieur.
c. — — postérieur.
d. Troisième dent molaire en place.

Le canal dentaire est fort large comme dans tous ces mammifères, et de distance en distance on voit des canaux étroits qui se détachent, se dirigent en dessous et en dehors pour aboutir aux trous mentonniers.

Nous représentons ici la coupe de cet os, réduit de moitié avec la troisième dent molaire et leurs rapports avec ces canaux.

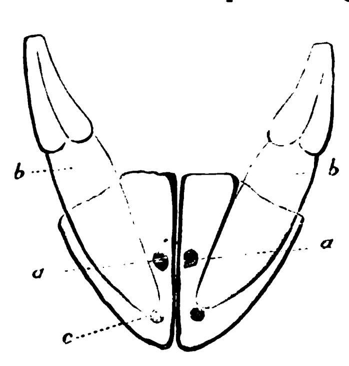
Quelle est la disposition du maxillaire inférieur des squalodons? tient-il des phoques ou des cétacés? Nous pouvons répondre sans hésiter que le maxillaire est en tout conforme à celui des cétacés, surtout des cétacés à longue

symphyse comme le plataniste et d'autres genres. Les deux branches ne se soudent jamais, mais s'unissent par suture harmonique; ces deux branches, le long de leur réunion, sont presque aussi larges que hautes, ce qui donne une grande solidité au rostre. Derrière la symphyse, chaque branche s'étend en hauteur, s'amincit considérablement, prend assez rapidement de l'élévation, comme dans les delphinides, sans qu'il y ait cependant une véritable apophyse coronoïde, et se termine brusquement par une troncature, comme dans tous les vrais cétacés. C'est aussi vers le milieu de la hauteur que s'élève le condyle articulaire.

La coupe du maxillaire inférieur est extrêmement remarquable; la symphyse s'étend sur toute la longueur du morceau que nous possédons. Les deux branches sont soudées entre elles sur toute leur hauteur. C'est une disposition pareille à celle que nous voyons dans le maxillaire supérieur. Nous avons représenté la coupe du rostre derrière les dents canines dans notre Mémoire sur les squalodons[1]. Là aussi nous voyons les deux intermaxillaires unis par suture harmonique sur toute leur hauteur, et cette hauteur est plus grande que la largeur.

En avant, dans la cavité de la bouche, le plancher formé par les maxillaires est plan, mais, un peu en arrière, les deux bords s'élèvent insensiblement et la ligne médiane se creuse comme la voûte du palais du côté opposé.

Nous avons reproduit également la coupe du maxillaire inférieur en avant, pour montrer la différence de forme que présente cette région de l'os. Ici chaque os est presque de forme triangulaire, tout en montrant une suture harmonique dans toute la hauteur; la surface extérieure est légèrement bombée et le plancher de la bouche est aplati. On est tout d'abord frappé du peu de tissu véritablement osseux qui entre dans la composition du rostre; on dirait que ce sont les racines des dents qui donnent toute la solidité à la mandibule. Nous représentons ici cette coupe réduite de moitié.



Coupe du maxillaire inférieur en avant, à la hauteur de la seconde dent incisive, au 1/2 :

a. Canal dentaire.
b. Seconde dent incisive.
c. Coupe de la racine de la première incisive.

[1] *Recherches sur les Squalodons;* Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XXXV p. 16.

Nous avons vivement regretté que le bout du rostre n'ait pas été trouvé avec un fragment de maxillaire; tout nous fait supposer, les dents surtout que nous avons trouvées libres, que les deux maxillaires y étaient réunis. Malheureusement ces os auront été enfouis ou peut-être n'ont-ils pas été mis au jour.

Les dents qui sont presque toutes en place, les unes avec leurs brillantes couronnes et leurs énormes racines, les autres plus ou moins mutilées, sont au nombre de huit du côté droit, de sept du côté opposé.

L'arcade alvéolaire présente communément les deux bords interne et externe à la même hauteur; ici, dans le squalodon, le bord externe manque, l'os est tronqué de manière qu'une partie de la racine des dents est visible en dehors, tandis qu'en dedans cette racine est couverte jusqu'à la couronne par le tissu osseux.

C'est ainsi que les alvéoles ne s'ouvrent pas, comme dans les mammifères en général, sur le bord libre de l'os maxillaire; les alvéoles s'ouvrent de manière à ce que tout leur orifice est visible sur le côté. La lame extérieure de l'os maxillaire ne s'élève pas à la hauteur de la lèvre interne du bord alvéolaire.

Toutes ces dents changent lentement d'avant en arrière, sans offrir aucun caractère apparaissant brusquement et qui ne soit préparé par la dent précédente.

Elles ont toutes, sur les deux côtés, un bourrelet qui s'étend depuis le sommet de la couronne jusqu'au collet; ce bourrelet est uni dans les dents antérieures, puis il commence à se créneler très-légèrement, surtout sur le bord postérieur, et ce sont ces simples crénelures, d'abord presque imperceptibles à l'œil nu, qui deviennent dans les molaires véritables ces singulières colonnes caractéristiques des dents de ces animaux.

Les dents antérieures ou les incisives ont la couronne plus longue que les autres et sont parfaitement cylindriques; ces couronnes deviennent de plus en plus courtes en même temps qu'elles s'aplatissent et prennent proportionnellement plus de largeur à la base.

Les dents antérieures, presque droites, sont placées dans l'axe même du corps, du moins leur partie coronaire; mais à mesure qu'on s'éloigne des premières, la couronne se courbe et la canine comme les prémolaires ont toutes leurs couronnes un peu concaves en dedans vers la cavité de la

bouche. Les dents suivent une double courbure, la couronne fléchit vers la ligne médiane du corps, la racine, au contraire, se courbe d'avant en arrière.

Toutes les dents ont exactement la couronne tronquée au même point et de la même manière, aussi bien les incisives que les canines et les molaires. On les dirait usées avec soin pour les faire ressembler entre elles. Mais dans ces modifications il n'y a non plus rien de brusque, et chaque dent prépare la disposition qui est plus accentuée dans celle qui suit.

Les couronnes de toutes ces dents sont également chagrinées à leur surface comme une peau de squale, et si on peut à peine soupçonner des stries longitudinales à la surface des dents de devant, ces stries se dessinent de plus en plus et contribuent également à leur donner un aspect à part.

Quant au collet, il n'est pas moins intéressant, puisque le contour varie également d'une dent à l'autre, du maxillaire supérieur au maxillaire inférieur, puis du côté gauche au côté droit. On peut ainsi aisément, par la forme et la longueur de la couronne, par les stries et le bourrelet de la surface ainsi que par le collet, sans parler des racines, déterminer la place de chaque dent.

La première incisive, du moins celle que nous prenons pour telle, a la couronne cylindrique, comme nous l'avons dit plus haut, avec les deux bourrelets caractéristiques, la surface chagrinée avec des stries longitudinales à peine visibles, et le collier descendant d'un côté beaucoup plus bas que de l'autre.

La couronne mesure d'un côté six centimètres de longueur et quatre et demi seulement du côté opposé. Quant à la racine, nous comptons qu'elle a de dix à douze centimètres.

Cette racine est extraordinairement effilée en arrière, comme on le voit par un bout qui est resté en place dans l'os maxillaire.

Dans le squalodon que nous avons figuré, la dent incisive antérieure est un peu plus forte que celle-ci, mais les racines de toutes les trois sont absolument disposées de la même manière.

Cette dent offre une ressemblance complète avec celle du squalodon de Grateloup, trouvée en place dans la molasse de Barie.

La seconde incisive a la couronne un peu moins longue; elle ne mesure que quatre centimètres et demi d'étendue; cette couronne, au lieu d'être droite, se courbe régulièrement et devient convexe au dehors. La racine est un peu plus forte près du collet que dans la première incisive, mais toute la dent est massive comme la précédente.

La troisième incisive, du moins celle que nous prenons pour telle, car nous n'avons pas de couronne en place, n'a plus que trois et demi à quatre centimètres depuis le bord du collet jusqu'à la pointe; les stries longitudinales deviennent un peu plus marquées; la courbure augmente en même temps que la couronne s'aplatit un peu à la base et s'étend d'avant en arrière. La couronne commence à prendre la forme caractéristique des prémolaires.

Nous avons une dent canine en place, complète par la couronne et la racine. La couronne mesure en avant à peu près trois centimètres, et en arrière, c'est-à-dire sur le bord postérieur, trois centimètres et demi. Sa courbure est plus prononcée que dans la précédente. Cette dent n'a rien de caractéristique; c'est la canine parce qu'elle suit la dernière incisive. Les stries se dessinent assez bien, surtout à la face externe.

La racine a huit centimètres de long. Elle est légèrement comprimée de dedans en dehors, et, dans son ensemble, cette dent prend la forme d'un croissant.

La première molaire a une longueur totale de dix à dix centimètres et demi; elle est un peu plus courbée et aussi un peu plus comprimée vers la pointe de la racine. La couronne est un tant soit peu plus courte que dans la précédente, s'élargit davantage d'avant en arrière et le bourrelet, surtout le bourrelet postérieur, commence à s'onduler légèrement.

Dans la molaire suivante, le bourrelet montre en avant et en arrière des ondulations plus prononcées, qui commencent à laisser deviner les crénelures. La racine est encore parfaitement simple.

La troisième molaire a une couronne à peu près semblable et ne diffère que par les crénelures du bourrelet, qui, en avant comme en arrière, deviennent plus évidentes et plus régulières. On voit un commencement de dentelures.

La racine est surtout remarquable parce qu'elle se bifurque vers la pointe. C'est la première dent didyme.

La quatrième molaire est véritablement didyme par la racine qui commence à se courber davantage, surtout vers son extrémité. Le bourrelet, en avant et en arrière, est plus nettement crénelé, et le sillon qui sépare les deux racines de la dent se remarque jusqu'au collet.

Tableau des mesures prises sur les huit premières dents :

Première incisive,		couronne,	longueur	60	millimètres.
—	—	—	la plus grande largeur.	18	—
Deuxième	—	—	longueur	45	—
—	—	—	largeur	20	—
Troisième	—	—	longueur	55	—
—	—	—	largeur	25	—
—	—	racine,	longueur	90	—
Canine,		couronne,	—	30	—
—		—	largeur	20	—
—		racine,	longueur	90	—
Première prémolaire,		couronne,	—	28	—
—	—	—	largeur	22	—
—	—	racine,	longueur	80	—
Seconde	—	couronne,	—	25	—
—	—	—	largeur	24	—
Troisième	—	—	longueur	25	—
—	—	—	largeur	25	—
Quatrième	—	—	longueur	24	—
—	—	—	largeur	26	—
—	—	racine,	longueur	65	—

Nous avons parlé, dans notre mémoire, de débris de squalodons se rapportant à trois dimensions différentes; le fragment que nous décrivons ici appartient au squalodon de la plus forte taille; il y a aussi quelques particularités qui font songer à des caractères peut-être spécifiques, mais nous croyons plus prudent de réunir toutes ces formes sous une dénomination commune. Il suffit d'avoir signalé les particularités que présentent quelques fragments.

Nous ferons même remarquer, à ce sujet, que les nombreux ossements de cétacés de tout genre provenant du crag, nous ont depuis longtemps suggéré l'idée que la diversité de taille était plus grande à cette époque géologique qu'aujourd'hui; on aurait de la peine à réunir les débris de quelques

animaux se rapportant à une même taille. Ne trouve-t-on pas quelque chose de semblable dans les *Palaeotheriums* des couches tertiaires inférieures? Chaque type, à son début, n'est-il pas plus variable que plus tard et la forme ne devient-elle pas plus fixe par la reproduction?

Ce bout de maxillaire a été trouvé isolé dans le fossé d'enceinte que l'on creuse autour d'Anvers; on ne voyait aucun autre débris dans le voisinage. Nous avons déjà fait remarquer que le bout du rostre, et probablement tout le crâne, s'est trouvé là en place, puisque les dents sont complètes au fragment de maxillaire inférieur, et que plusieurs dents de l'os incisif et du maxillaire supérieur se trouvaient là isolées. Peut-être toutes les dents étaient-elles encore en place quand cet os a été mis au jour.

Nous avons pu nous assurer par cette pièce, que nous avions assez bien jugé de la disposition des dents de ces singuliers carnassiers aquatiques.

La plupart des ossements mis au jour dans le crag d'Anvers, étaient entassés et mêlés entre eux de la manière la plus confuse. On a trouvé bien rarement les os d'un individu réunis, ou des os d'une espèce ensemble. Ce sont généralement des os séparés qui, sans être roulés, ont été pendant un temps plus ou moins long le jouet des vagues.

Il n'en est pas ainsi du squalodon que nous faisons connaître, et surtout du fragment que nous décrivons. Les os de cet animal étaient complétement isolés, et avec ce bout de maxillaire inférieur, portant presque toutes ses dents, se trouvaient, comme nous avons déjà dit, quelques dents isolées de maxillaire supérieur, mais aucune autre pièce osseuse.

Le paléontologiste qui aurait trouvé, il y a quelques années le bout de maxillaire que nous venons de décrire, aurait eu bien de la peine à reconnaître les affinités de l'animal dont ce fragment provient. Ce morceau fossile rappelle, en effet, au premier abord, moins par la forme et par le mode d'implantation que par la disposition des dents, les cachalots qui vivent encore actuellement; c'est la même longueur de symphyse, c'est la même forme effilée du bout, c'est la même répartition espacée et la même grosseur relative de dents. Heureusement que l'on a trouvé, en premier lieu, les molaires, si caractéristiques, qui ont permis de rapprocher sans hésitation le nouvel animal d'Anvers du curieux squalodon découvert par le docteur Grateloup dans la molasse des environs de Bordeaux.

Comme nous l'avons dit dans notre mémoire, en Europe comme en Amérique ces mammifères ont été pris d'abord pour des poissons ou des reptiles, et ce n'est qu'après une étude prolongée des dents, dans les diverses classes de vertébrés, que l'illustre directeur du *British Museum*, M. R. Owen, a reconnu la véritable nature du *zeuglodon*.

On comprend, du reste, que les naturalistes ont pu hésiter : où trouver ailleurs, à côté d'une dentition si riche et si puissante, une longueur de maxillaires aussi grande, un rostre aussi effilé? Comment concilier ensemble la force des muscles qui doivent mouvoir ces mâchoires et la faiblesse des os qui leur fournissent des attaches? Et non-seulement dans tous les cétacés ces os sont minces et délicats, mais il n'y a presque pas d'apophyse pour amarrer les fibres musculaires.

Le squalodon de Grateloup est une de ces formes bizarres qui rappellent les plus terribles carnassiers perdus de la classe des vertébrés, même parmi les reptiles et les poissons.

Les orques, qui sont véritablement les tigres de la mer et qui, malgré leur exiguité, attaquent les plus fortes baleines, ont comparativement un ratelier plus faible et des dents moins propres à ce régime.

Aussi y a-t-il des naturalistes qui ne croient guère à l'existence d'un mammifère si peu en harmonie avec les principes de subordination qui règlent les conditions d'existence de ces animaux.

Quant aux affinités que l'on a cru remarquer entre les Inia et les squalodons, nous ne voyons pas qu'il y ait autre chose que la longueur de la symphyse pour justifier ce rapprochement. Les squalodons forment, jusqu'à présent, avec les zeuglodons un groupe isolé parallèle à celui des cétacés.

Quant à l'espèce, il y a peut-être des matériaux pour l'établissement de plus d'une espèce dans le crag d'Anvers; mais comme les différences portent en grande partie sur la taille, nous ne voyons, jusqu'à présent, aucun motif vraiment scientifique pour ne pas les réunir sous une seule dénomination.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. — Le maxillaire inférieur, de grandeur naturelle, montrant les deux rangées de dents en place, ainsi que les deux trous mentonniers.

— 2. — La branche droite du maxillaire inférieur réduite de moitié, vue en dedans du côté de la symphyse, montrant toutes les dents antérieures en place. Les trois premières sont reproduites d'après des fragments.

FIN.

P. J. Van Beneden



P. J. Van Beneden, ad nat.

SUR

LES NOMBRES DE BERNOULLI ET D'EULER

ET

SUR QUELQUES INTÉGRALES DÉFINIES,

PAR

E. CATALAN.

(Mémoire présenté à la classe des sciences, le 6 avril 1867.)

SUR

LES NOMBRES DE BERNOULLI ET D'EULER

ET

SUR QUELQUES INTÉGRALES DÉFINIES.

I. Dans une *Note sur le calcul des Nombres de Bernoulli* (*), j'ai démontré :

1° Que si l'on suppose

$$B_{2q-1} = \pm \frac{P_{2q-1}}{2(4^q-1)} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1),$$

on a

$$P_{2q-1} - \frac{2q(2q-1)}{2.3} P_{2q-3} + \frac{2q(2q-1)(2q-2)(2q-3)}{2.3.4.5} P_{2q-5} - \ldots \pm \frac{2q}{2} P_1 = \pm 1 \quad (2)(^{**});$$

2° Que *les nombres* P_1, P_3, P_5, ..., *dont dépendent les Nombres de Bernoulli*, B_1, B_3, ..., *sont entiers impairs* (***).

D'ailleurs (****),

$$tgx = 4(4-1)\frac{B_1}{1.2}x - 4^2(4^2-1)\frac{B_3}{1.2.3.4}x^3 + \ldots \pm 4^q(4^q-1)\frac{B_{2q-1}}{1.2.3\ldots.2q}x^{2q-1} \mp \ldots (3);$$

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. LVIII, p. 1106.

(**) On doit prendre les signes supérieurs lorsque q est *impair*.

(***) Postérieurement à la publication de cette Note, j'ai appris qu'Euler s'est occupé des nombres P.

(****) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1031.

donc

$$tg\frac{1}{2}x = \frac{P_1}{1.2}x + \frac{P_3}{1.2.3.4}x^3 + .. + \frac{P_{2q-1}}{1.2.3\ldots 2q}x^{2q-1} + \ldots,$$

ou

$$tg\frac{1}{2}x = \sum_1^\infty \frac{P_{2q-1}}{\Gamma(2q+1)}x^{2q-1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4).$$

II. A cause de $P_1 = 1$, on trouve, en prenant les dérivées des deux membres :

$$tg^2\frac{1}{2}x = 2\sum_2^\infty \frac{(2q-1)P_{2q-1}}{\Gamma(2q+1)}x^{2q-2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

Par conséquent,

$$2\sum_2^\infty \frac{(2q-1)P_{2q-1}}{\Gamma(2q+1)}x^{2q-2} = \left\{\sum_1^\infty \frac{P_{2q-1}}{\Gamma(2q+1)}x^{2q-1}\right\}^2,$$

ou

$$2\sum_1^\infty \frac{(2q+1)P_{2q+1}}{\Gamma(2q+3)}x^{2q-2} = \left\{\sum_1^\infty \frac{P_{2q-1}}{\Gamma(2q+1)}x^{2q-2}\right\}^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6).$$

Dans le second membre, le coefficient de x^{2q-2} est

$$\frac{P_1 \; P_{2q-1}}{\Gamma(3)\Gamma(2q+1)} + \frac{P_3 \; P_{2q-3}}{\Gamma(5)\Gamma(2q-1)} + \ldots . + \frac{P_{2q-1} \; P_1}{\Gamma(2q+1)\Gamma(3)};$$

donc

$$P_{2q+1} = \frac{1}{2(2q+1)}\left[\frac{\Gamma(2q+3)}{\Gamma(3)\Gamma(2q+1)}P_1 P_{2q-1} + \frac{\Gamma(2q+3)}{\Gamma(5)\Gamma(2q-1)}P_3 P_{2q-3} + \ldots + \frac{\Gamma(2q+3)}{\Gamma(2q+1)\Gamma(3)}P_{2q-1}P_1\right];$$

ou, plus simplement,

$$\left.\begin{aligned} P_{2q+1} = \frac{q+1}{2}\Big[P_{2q-1} + \frac{2q(2q-1)}{3.4}P_3 P_{2q-3} + \frac{2q(2q-1)(2q-2)(2q-3)}{3.4.5.6}P_5 P_{2q-5} + \ldots \\ + \frac{2q(2q-1)}{3.4}P_{2q-3}P_3 + P_{2q-1}\Big] \end{aligned}\right\} (7).$$

III. Le nombre des termes contenus dans la parenthèse est égal à q. Si q est *pair*, on peut écrire, au lieu de la formule (7) :

$$P_{2q+1} = (q+1)\left[P_{2q-1} + \frac{2q(2q-1)}{3.4}P_3 P_{2q-3} + \ldots + \frac{2q(2q-1)\ldots(q+3)}{3.4\ldots.q}P_{q-1}P_{q+1}\right] . \; (8).$$

Si q est *impair*, il y a un *terme du milieu*, ayant pour expression

$$\frac{2q(2q-1)\ldots(q+2)}{3.4\quad\ldots(q+1)}P_q P_q;$$

donc, dans ce cas,

$$\left.\begin{aligned}P_{2q+1}=(q+1)\Big[P_{2q-1}+\frac{2q(2q-1)}{3.4}P_3P_{2q-3}+\ldots+\frac{2q(2q-1)\ldots(q+4)}{3.4\quad\ldots(q-1)}P_{q-2}P_{q+2}\\+\frac{1}{2}\frac{2q(2q-1)\ldots(q+2)}{3.4\quad\ldots(q+1)}(P_q)^2\Big]\end{aligned}\right\}\quad(9).$$

Le calcul des nombres P, par les formules (7), (8), (9), est plus simple que par la relation (2) (*).

IV. D'après la *définition* (1), jointe à une formule de Plana,

$$P_{2q-1}=8q(4^q-1)\int_0^\infty\frac{t^{2q-1}dt}{e^{2\pi t}-1}\quad\ldots\ldots\ldots\ (10).$$

Au moyen de cette valeur, l'équation (5) devient

$$tg^2\frac{1}{2}x=16\int_0^\infty\frac{dt}{e^{2\pi t}-1}\sum_2^\infty\frac{q(2q-1)(4^q-1)t^{2q-1}x^{2q-2}}{\Gamma(2q+1)};$$

ou

$$tg^2\frac{1}{2}x=8\int_0^\infty\frac{dt}{e^{2\pi t}-1}\sum_1^\infty\frac{(4^{q+1}-1)t^{2q+1}x^{2q}}{\Gamma(2q+1)}\quad\ldots\ldots\ (11).$$

On a, identiquement,

$$\sum_1^\infty\frac{(4^{q+1}-1)t^{2q+1}x^{2q}}{\Gamma(2q+1)}=4t\sum_1^\infty\frac{(2tx)^{2q}}{\Gamma(2q+1)}-t\sum_1^\infty\frac{(tx)^{2q}}{\Gamma(2q+1)};$$

donc, à cause de

$$e^x+e^{-x}=2\sum_0^\infty\frac{x^{2q}}{\Gamma(2q+1)}:$$

(*) On trouve :

$P_1=1,\ P_3=1,\ P_5=3,\ P_7=17,\ P_9=155,\ P_{11}=2\,073,\ P_{13}=38\,227,\ldots$

En général, *si* $q=2^n q'$, q' *étant impair*, P_{2q-1} *est divisible par* q'.

$$\sum_1^\infty \frac{(2tx)^{2q}}{\Gamma(2q+1)} = \frac{1}{2}(e^{2tx} + e^{-2tx}) - 1,$$

$$\sum_1^\infty \frac{(tx)^{2q}}{\Gamma(2q+1)} = \frac{1}{2}(e^{tx} + e^{-tx}) - 1;$$

et, par conséquent,

$$\sum_1^\infty \frac{(4^{q+1}-1)\, t^{2q+1}\, x^{2q}}{\Gamma(2q+1)} = 2t\,(e^{2tx} + e^{-2tx} - 2) - \frac{t}{2}(e^{tx} + e^{-tx} - 2),$$

ou

$$\sum_1^\infty \frac{(4^{q+1}-1)\, t^{2q+1}\, x^{2q}}{\Gamma(2q+1)} = \frac{1}{2}\, t \left(e^{\frac{tx}{2}} - e^{-\frac{tx}{2}}\right)^2 (4e^{tx} + 7 + 4e^{-tx}) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (12).$$

La substitution dans l'équation (11) donne

$$\int^\infty \frac{tdt}{e^{2\pi t}-1} \left(e^{\frac{tx}{2}} - e^{-\frac{tx}{2}}\right)^2 (4e^{tx} + 7 + 4e^{-tx}) = \frac{1}{4}\, tg^2 \frac{1}{2} x;$$

ou, par le changement de x en $2x$:

$$\int_0^\infty \frac{tdt}{e^{2\pi t}-1} (e^{tx} - e^{-tx})^2 (4e^{2tx} + 7 + 4e^{-2tx}) = \frac{1}{4}\, tg^2 x \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (A).$$

Cette intégrale définie, que je ne trouve pas dans les *Tables* dues à M. Bierens de Haan, peut en donner beaucoup d'autres, dont quelques-unes sont connues.

V. Soit, par exemple, $x = \frac{\pi}{8}$: la formule (A) devient

$$\int^\infty \frac{tdt}{e^{2\pi t}-1} \left(e^{\frac{\pi t}{8}} - e^{-\frac{\pi t}{8}}\right)^2 \left(4e^{\frac{\pi t}{4}} + 7 + 4e^{-\frac{\pi t}{4}}\right) = \frac{1}{4}(3 - 2\sqrt{2});$$

et, si l'on pose

$$e^{\frac{\pi t}{4}} = \frac{1}{z}:$$

$$\int_0^1 \frac{z^5(1-z)(4+7z+4z^2)}{(1+z)(1+z^2)(1+z^4)}\, lzdz = -\frac{\pi^2}{64}(3 - 2\sqrt{2}) \quad . \; . \; . \; . \quad (13).$$

La fraction

$$\frac{z^5(1-z)(4+7z+4z^2)}{(1+z)(1+z^2)(1+z^4)}$$

est décomposable en

$$1-4z-\frac{1}{2(1+z)}+\frac{7z}{2(1+z^2)}-\frac{1-z^2}{2(1+z^4)}+\frac{3z^3}{1+z^4}.$$

Par conséquent,

$$\int_0^1 lzdz-4\int_0^1 zlzdz-\frac{1}{2}\int_0^1\frac{lzdz}{1+z}+\frac{7}{2}\int_0^1\frac{zlzdz}{1+z^2}-\frac{1}{2}\int_0^1\frac{(1-z^2)\,lzdz}{1+z^4}$$
$$+3\int_0^1\frac{z^3lzdz}{1+z^4}=-\frac{\pi^2}{64}(3-2\sqrt{2});$$

ou, à cause des valeurs connues :

$$\int_0^1 lzdz=-1,\int_0^1 zlzdz=-\frac{1}{4},\int_0^1\frac{lzdz}{1+z}=-\frac{\pi^2}{12},\int_0^1\frac{zlzdz}{1+z^2}=-\frac{\pi^2}{48},$$
$$\int_0^1\frac{(1-z^2)\,lzdz}{1+z^4}=-\frac{\pi^2\sqrt{2}}{16},\int_0^1\frac{z^3lzdz}{1+z^4}=-\frac{\pi^2}{192}:$$
$$-1+1+\frac{\pi^2}{24}-\frac{7\pi^2}{96}+\frac{\pi^2\sqrt{2}}{32}-\frac{\pi^2}{64}=-\frac{\pi^2}{64}(3-2\sqrt{2});$$

ce qui est identique. On a ainsi une vérification de (A).

VI. En passant, nous signalerons une sommation de série, probablement connue.

Il est visible que

$$-\int_0^1\frac{lzdz}{1+z^4}=\sum_0^\infty\frac{(-1)^n}{(4n+1)^2},\quad -\int_0^1\frac{z^2lzdz}{1+z^4}=\sum_0^\infty\frac{(-1)^n}{(4n+3)^2}.$$

D'ailleurs,

$$\int_0^1\frac{(1-z^2)\,lzdz}{1+z^4}=-\frac{\pi^2\sqrt{2}}{16}\,(*);$$

(*) Cette intégrale remarquable a été déterminée par Euler (Bierens de Haan, t. 152). On voit qu'elle résulte de la formule (A).

donc

$$\sum_0^\infty (-1)^n \frac{2n+1}{[(4n+1)(4n+3)]^2} = \frac{\pi^2\sqrt{2}}{128} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14).$$

VII. Dans la relation (A), supposons

$$x = \frac{\pi}{3}, \quad e^{\frac{\pi i}{3}} = \frac{1}{\sqrt{z}} :$$

elle devient

$$\int_0^1 \frac{(1-z)(4+7z+4z^2)}{1+z+z^2}\, lzdz = -\frac{\pi^2}{3} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15).$$

La fraction

$$\frac{(1-z)(4+7z+4z^2)}{1+z+z^2} = 1 - 4z + 3\,\frac{2z+1}{1+z+z^2}.$$

Par suite, la formule (15) se réduit à

$$\int_0^1 \frac{2z+1}{1+z+z^2}\, lzdz = -\frac{\pi^2}{9};$$

ce qui est exact (*).

VIII. Plus généralement, soit $x = \frac{\pi}{n}$, n étant un nombre entier. Si l'on fait

$$e^{ix} = e^{\frac{\pi i}{n}} = \frac{1}{\sqrt{z}},$$

on transforme la relation (A) en celle-ci :

$$\int_0^1 \frac{z^{n-3}(1-z)(4+7z+4z^2)}{1+z+z^2+\ldots+z^{n-1}}\, lzdz = -\frac{\pi^2}{n^2}\, tg^2\frac{\pi}{n} \quad \ldots\ldots \quad (B);$$

La fraction

$$\frac{z^{n-3}(1-z)(4+7z+4z^2)}{1+z+z^2+\ldots+z^{n-1}} = 1 - 4z + \frac{6z^{n-2}+7z^{n-3}+3z^{n-4}+3z^{n-5}+\ldots+3z-1}{1+z+z^2+\ldots+z^{n-1}};$$

de plus,

$$\int_0^1 (1-4z)\, lzdz = 0;$$

(*) Bierens, t. 153.

donc

$$\int_0^1 \frac{6z^{n-2}+7z^{n-3}+3z^{n-4}+3z^{n-5}+\ldots+3z-1}{1+z+z^2+\ldots+z^{n-1}}\, lz dz = -\frac{\pi^2}{n^2}\, tg^2\frac{\pi}{n} \quad . \quad . \quad (C).$$

Cette formule, qui en donne une infinité d'autres, n'est encore qu'un cas particulier : en remplaçant, dans (A), e^{tx} par $\frac{1}{\sqrt{z}}$, on trouve la relation générale

$$\int_0^1 \frac{z^{\frac{\pi}{x}-3}(1-z)^2(4+7z+4z^2)}{1-z^{\frac{\pi}{x}}}\, lz dz = -x^2\, tg^2 x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (D).$$

Celle-ci subsiste pour toutes les valeurs de x comprises entre 0 et $\frac{\pi}{2}$. On en trouverait d'autres, aussi générales, en différenciant ou en intégrant par rapport à x. Enfin, l'égalité

$$\frac{z^{n-3}(1-z)(4+7z+4z^2)}{1+z+z^2+\ldots+z^{n-1}} = z^{n-3}(1-z)^2(4+7z+4z^2)\sum_{i=0}^{i=\infty} z^{in}$$

conduit à un développement de $\left(\frac{\pi}{n}\, tg\, \frac{\pi}{n}\right)^2$, assez remarquable. Je laisse de côté ces détails, afin de passer à un autre sujet.

IX. Si l'on suppose

$$\frac{1}{\cos x} = \sum_0^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n+1)}\, x^{2n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16),$$

on trouve

$$E_0 = 1,\ E_2 = 1,\ E_4 = 5,\ E_6 = 61,\ E_8 = 1385,\ \ldots$$

puis (*)

$$E_{2n} - \frac{2n(2n-1)}{1.2}E_{2n-2} + \frac{2n(2n-1)(2n-2)(2n-3)}{1.2.3.4}E_{2n-4} - \ldots \pm \frac{2n(2n-1)}{1.2}E_2 \mp E_0 = o \ (17).$$

Les nombres *entiers* E sont appelés, par M. Sylvester, *Nombres d'Euler* (**). De la relation (17), on conclut qu'il sont *impairs* (***). On peut représenter E_{2n} par une intégrale définie.

(*) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1033.

(**) *Comptes rendus*, t. LII, p. 161.

(***) La démonstration est plus simple que pour les nombres P (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 1108). On vérifie aisément que les Nombres d'Euler ont la forme $4k+1$. Cette propriété a été signalée par M. Sylvester.

A cet effet, j'observe que la formule connue

$$\frac{1}{\sin x}=\frac{1}{x}+2\int_0^{\infty}\frac{(e^{\alpha x}-e^{-\alpha x})\,(e^{\alpha x}+e^{-\alpha x}-1)}{e^{2\pi\alpha}-1}\,d\alpha$$

devient, par le changement de x en $\frac{\pi}{2}-x$:

$$\frac{1}{\cos x}=\frac{2}{\pi}\,\frac{1}{1-\frac{2x}{\pi}}+2\int_0^{\infty}\frac{d\alpha}{e^{2\pi\alpha}-1}\left[e^{\alpha(\pi-2x)}-e^{-\alpha(\pi-2x)}-e^{\alpha\left(\frac{\pi}{2}-x\right)}+e^{-\alpha\left(\frac{\pi}{2}-x\right)}\right]\quad(18).$$

Si l'on suppose le second membre ordonné suivant les puissances croissantes de x, le coefficient de x^{2n} est

$$C_{2n}=\left(\frac{2}{\pi}\right)^{2n+1}+\frac{2}{\Gamma(2n+1)}\int_0^{\infty}\frac{\alpha^{2n}\,d\alpha}{e^{2\pi\alpha}-1}\left[2^{2n}\,(e^{\alpha\pi}-e^{-\alpha\pi})-\left(e^{\alpha\frac{\pi}{2}}-e^{-\alpha\frac{\pi}{2}}\right)\right].$$

L'intégrale se décompose en

$$2^{2n}\int_0^{\infty}e^{-\pi\alpha}\,\alpha^{2n}\,d\alpha-\int_0^{\infty}\frac{e^{-\alpha\frac{\pi}{2}}\alpha^{2n}\,d\alpha}{e^{\pi\alpha}+1}=\frac{2^{2n}}{\pi^{2n+1}}\Gamma(2n+1)-\frac{2^{2n+1}}{\pi^{2n+1}}\int_0^{\infty}\frac{e^{-u}\,u^{2n}\,du}{e^{2u}+1};$$

donc

$$C_{2n}=2\left(\frac{2}{\pi}\right)^{2n+1}-\frac{2}{\Gamma(2n+1)}\left(\frac{2}{\pi}\right)^{2n+1}\int_0^{\infty}\frac{e^{-u}\,u^{2n}\,du}{e^{2u}+1}.$$

Et comme

$$C_{2n}=\frac{E_{2n}}{\Gamma(2n+1)},$$

on a

$$E_{2n}=2\left(\frac{2}{\pi}\right)^{2n+1}\Gamma(2n+1)-2\left(\frac{2}{\pi}\right)^{2n+1}\int_0^{\infty}\frac{e^{-u}\,u^{2n}\,du}{e^{2u}+1}\quad\ldots\ldots\quad(19).$$

Pour simplifier cette expression, je remplace $\Gamma(2n+1)$ par $\int_0^{\infty}e^{-u}\,u^{2n}\,du$: j'obtiens

$$=2\left(\frac{2}{\pi}\right)^{2n+1}\int_0^{\infty}\frac{u^{2n}\,du}{e^{u}+e^{-u}}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\quad(20);$$

ou, en posant $u = \pi t$:

$$E_{2n} = 4^{n+1} \int_0^\infty \frac{t^{2n}\,dt}{e^{\pi t} + e^{-\pi t}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(E)},$$

formule analogue à celle de Plana :

$$B_{2n-1} = \pm\, 4n \int_0^\infty \frac{t^{2n-1}\,dt}{e^{2\pi t} - 1}.$$

X. Dans le second membre de l'équation (18), le coefficient de x^{2n-1} est

$$\left(\frac{2}{\pi}\right)^{2n} + 2\int_0^\infty \frac{d\alpha}{e^{2\pi\alpha} - 1}\left[-\frac{(e^{\alpha\pi} + e^{-\alpha\pi})(2\alpha)^{2n-1}}{\Gamma(2n)} + \frac{\left(e^{\alpha\frac{\pi}{2}} + e^{-\alpha\frac{\pi}{2}}\right)\alpha^{2n-1}}{\Gamma(2n)}\right].$$

Il doit être nul, car $\frac{1}{\cos x}$ est une *fonction paire;* donc

$$\int_0^\infty \frac{\alpha^{2n-1}\,d\alpha}{e^{2\pi\alpha} - 1}\left[2^{2n-1}(e^{\alpha\pi} + e^{-\alpha\pi}) - \left(e^{\alpha\frac{\pi}{2}} + e^{-\alpha\frac{\pi}{2}}\right)\right] = \frac{2^{2n-1}\,\Gamma(2n)}{\pi^{2n}}.$$

On reconnait facilement que cette relation est une identité.

XI. On peut déterminer les Nombres de Bernoulli au moyen des Nombres d'Euler; et réciproquement.

1° Écrivons ainsi la formule (4) :

$$tg\, x = \sum_0^\infty \frac{P_{2n+1}}{\Gamma(2n+3)}(2x)^{2n+1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21),$$

puis prenons les dérivées des deux membres; nous aurons

$$\frac{1}{\cos^2 x} = \sum_0^\infty \frac{(2n+1)\,P_{2n+1}}{\Gamma(2n+3)}\,2^{2n+1}\,x^{2n}.$$

Ainsi, le coefficient de x^{2n}, dans le développement de $\frac{1}{\cos^2 x}$, est

$$\frac{(2n+1)\,P_{2n-1}}{\Gamma(2n+3)}\,2^{2n+1}.$$

D'après l'équation (16), ce coefficient a pour valeur

$$\frac{E_0 E_{2n}}{\Gamma(1)\Gamma(2n+1)} + \frac{E_2 E_{2n-2}}{\Gamma(3)\Gamma(2n-1)} + \ldots + \frac{E_{2n} E_0}{\Gamma(2n+1)\Gamma(1)};$$

donc

$$P_{2n+1} = \frac{n+1}{4^n}\Gamma(2n+1)\left[\frac{E_0 E_{2n}}{\Gamma(1)\Gamma(2n+1)} + \frac{E_2 E_{2n-2}}{\Gamma(3)\Gamma(2n-1)} + \ldots + \frac{E_{2n} E_0}{\Gamma(2n+1)\Gamma(1)}\right];$$

ou, avec la notation des combinaisons :

$$P_{2n+1} = \frac{n+1}{4^n}\left[E_0 E_{2n} + C_{2n,2} E_2 E_{2n-2} + C_{2n,4} E_4 E_{2n-4} + \ldots + E_{2n} E_0\right] \text{(*)} \qquad \text{(F)}.$$

2° On tire de l'équation (16), en prenant les dérivées des deux membres :

$$\frac{\sin x}{\cos^2 x} = \sum_1^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n)} x^{2n-1}.$$

Le premier membre égale $(1 + tg^2 x)\sin x$. Par conséquent, si l'on multiplie les deux séries

$$\frac{P_1}{\Gamma(3)}2 + \frac{3P_3}{\Gamma(5)}2^3x^2 + \frac{5P_5}{\Gamma(7)}2^5x^4 + \ldots + \frac{(2n-1)P_{2n-1}}{\Gamma(2n+1)}2^{2n-1}x^{2n-2} + \ldots = 1 + tg^2 x,$$

$$\frac{x}{\Gamma(2)} - \frac{x^3}{\Gamma(4)} + \frac{x^5}{\Gamma(6)} - \ldots \pm \frac{x^{2n-1}}{\Gamma(2n)} \mp \ldots = \sin x,$$

le coefficient de x^{2n-1}, dans le produit, sera $\frac{E_{2n}}{\Gamma(2n)}$. De là résulte la formule

$$E_{2n} = (2n-1)2^{2n-1}\frac{\Gamma(2n)}{\Gamma(2)\Gamma(2n+1)}P_{2n-1} - (2n-3)2^{2n-3}\frac{\Gamma(2n)}{\Gamma(4)\Gamma(2n-1)}P_{2n-3} + \ldots \pm 2\frac{\Gamma(2n)}{\Gamma(2n)\Gamma(3)}P_1,$$

que l'on peut écrire ainsi :

$$E_{2n} = \frac{1}{n(2n+1)}\left[(2n-1)4^{n-1}C_{2n+1,1}P_{2n-1} - (2n-3)4^{n-2}C_{2n+1,3}P_{2n-3} + \ldots \pm C_{2n+1,2n-1}P_1\right] \text{(G)}.$$

(*) D'après la relation (F) : 1° *le nombre entre parenthèses est divisible par* 4^n, et *le quotient est un nombre impair ;* 2° P_{2n+1} *est divisible par* $n+1$.

Par exemple,

$$E_8 = \frac{1}{4.9}[7.4^3.9.17 - 5.4^2.84.3 + 5.4.126.1 - 36.1];$$

ou, en effectuant,

$$E_8 = 1\,385.$$

XII. Les relations (F), (G) ne sont pas les seules qui existent entre les Nombres d'Euler et les Nombres de Bernoulli : 1° A cause de

$$\frac{\sin x}{\cos^2 x} = \frac{tg\,x}{\cos x} = \sum_1^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n)} x^{2n-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22),$$

on a, par les formules (16) et (21)

$$\sum_0^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n+1)} x^{2n} \times \sum_1^\infty \frac{P_{2n-1}}{\Gamma(2n+1)} (2x)^{2n-1} = \sum_1^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n)} x^{2n-1};$$

donc

$$\frac{E_{2n}}{\Gamma(2n)} = \frac{P_{2n-1}E_0}{\Gamma(2n+1)\Gamma(1)} 2^{2n-1} + \frac{P_{2n-3}E_2}{\Gamma(2n-1)\Gamma(3)} 2^{2n-3} + \ldots + \frac{P_1 E_{2n-2}}{\Gamma(3)\Gamma(2n-1)} 2,$$

ou

$$E_{2n} = \frac{1}{n}[4^{n-1} P_{2n-1} E_0 + 4^{n-2} C_{2n,2} P_{2n-3} E_2 + 4^{n-3} C_{2n,4} P_{2n-5} E_4 + \ldots + C_{2n,2} P_1 E_{2n-2}] \quad (H).$$

2° L'équation (22) donne aussi

$$\sum_1^\infty \frac{P_{2n-1}}{\Gamma(2n+1)} (2x)^{2n-1} = \sum_1^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n)} x^{2n-1} \times \sum_0^\infty \frac{(-x)^{2n}}{\Gamma(2n+1)};$$

et, par conséquent,

$$P_{2n-1} = \frac{n}{4^{n-1}}[E_{2n} - C_{2n-1,2} E_{2n-2} + C_{2n-1,4} E_{2n-4} - \ldots \pm C_{2n-1,1} E_2] \quad . \quad . \quad (K).$$

XIII. Dans les relations (G), (K), qui sont, pour ainsi dire, *conjuguées* l'une de l'autre, substituons, aux nombres P, E, les intégrales dont ils représentent les valeurs. En commençant par l'équation (K), nous trouvons

$$\frac{4^{n-2}}{n} P_{2n-1} = 2\int_0^\infty \frac{tdt}{e^{\pi t} + e^{-\pi t}} \left[(2t)^{2n-1} - C_{2n-1,2}(2t)^{2n-3} + \ldots \pm C_{2n-1,1}\, 2t\right].$$

La quantité entre parenthèses égale

$$\frac{1}{2}\left[\left(2t+\sqrt{-1}\right)^{2n-1}+\left(2t-\sqrt{-1}\right)^{2n-1}\right].$$

Conséquemment,

$$\frac{4^{n-2}}{n}P_{2n-1}=\int_0^\infty \frac{tdt}{e^{\pi t}+e^{-\pi t}}\left[\left(2t+\sqrt{-1}\right)^{2n-1}+\left(2t-\sqrt{-1}\right)^{2n-1}\right]\quad . \quad (23).$$

Soit $2t=\cot\omega$; d'où

$$tdt=-\frac{1}{4}\frac{\cos\omega}{\sin^3\omega}d\omega,\ \left(2t+\sqrt{-1}\right)^{2n-1}+\left(2t-\sqrt{-1}\right)^{2n-1}=2\frac{\cos(2n-1)\omega}{\sin^{2n-1}\omega}:$$

l'équation (23) devient

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\cos\omega\cos(2n-1)\omega}{e^{\frac{\pi}{2}\cot\omega}+e^{-\frac{\pi}{2}\cot\omega}}\frac{d\omega}{\sin^{2n+2}\omega}=\frac{2^{2n-3}}{n}P_{2n-1}\quad \ldots\ldots \quad (L)\ (^*).$$

XIV. La formule (G), traitée de la même manière, devient d'abord

$$n(2n+1)E_{2n}=\int_0^\infty \frac{tdt}{e^{2\pi t}-1}T,$$

T représentant le polynôme

$$2n(2n-1)4^n(4^n-1)C_{2n+1,1}t^{2n-2}-(2n-2)(2n-3)4^{n-1}(4^{n-1}-1)C_{2n+1,3}t^{2n-4}$$
$$+(2n-4)(2n-5)4^{n-2}(4^{n-2}-1)C_{2n+1,5}t^{2n-6}-\ldots\pm 2.1.4(4-1)C_{2n+1,2n-1}.$$

Pour simplifier cette quantité, je suppose

$$\varphi(t)=C_{2n+1,1}(4t)^{2n}-C_{2n+1,3}(4t)^{2n-2}+C_{2n+1,5}(4t)^{2n-4}-\ldots\pm C_{2n+1,2n-1}(4t)^2,$$
$$\psi(t)=C_{2n+1,1}(2t)^{2n}-C_{2n+1,3}(2t)^{2n-2}+C_{2n+1,5}(2t)^{2n-4}-\ldots\pm C_{2n+1,2n-1}(2t)^2:$$

il est visible que

$$T=\varphi''(t)-\psi''(t).$$

(*) D'après la note de la page 12, *cette intégrale définie est égale à un nombre entier pair*, excepté quand $n=1$.

Mais

$$\varphi(t)=\frac{(4t+\sqrt{-1})^{2n+1}-(4t-\sqrt{-1})^{2n+1}}{2\sqrt{-1}},\ \psi(t)=\frac{(2t+\sqrt{-1})^{2n+1}-(2t-\sqrt{-1})^{2n+1}}{2\sqrt{-1}};$$

donc

$$\varphi''(t)=4n\,(2n+1)\,\frac{(4t+\sqrt{-1})^{2n-1}-(4t-\sqrt{-1})^{2n-1}}{\sqrt{-1}},$$

$$\psi''(t)=2n\,(2n+1)\,\frac{(2t+\sqrt{-1})^{2n-1}-(2t-\sqrt{-1})^{2n-1}}{\sqrt{-1}};$$

et, par conséquent,

$$E_{2n}=2\int_0^\infty\frac{tdt}{e^{2\pi t}-1}$$

$$\left[2\,\frac{(4t+\sqrt{-1})^{2n-1}-(4t-\sqrt{-1})^{2n-1}}{\sqrt{-1}}-\frac{(2t+\sqrt{-1})^{2n-1}-(2t-\sqrt{-1})^{2n-1}}{\sqrt{-1}}\right];$$

ou

$$E_{2n}=4\int_0^\infty\frac{tdt}{e^{2\pi t}-1}\,\frac{(4t+\sqrt{-1})^{2n-1}-(4t-\sqrt{-1})^{2n-1}}{\sqrt{-1}}$$

$$-2\int_0^\infty\frac{tdt}{e^{2\pi t}-1}\,\frac{(2t+\sqrt{-1})^{2n-1}-(2t-\sqrt{-1})^{2n-1}}{\sqrt{-1}}\quad\ldots\ldots\quad(24).$$

Si, dans la première intégrale, on fait $t=\frac{1}{4}\cot\omega$; et, dans la seconde, $t=\frac{1}{2}\cot\omega$, on change cette équation en

$$E_{2n}=\frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin(2n-1)\omega\cos\omega d\omega}{\left(e^{\frac{\pi}{2}\cot\omega}-1\right)\sin^{2n+2}\omega}-\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin(2n-1)\omega\cos\omega d\omega}{(e^{\pi\cot\omega}-1)\sin^{2n+2}\omega}.$$

Le second membre est réductible à

$$\frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin(2n-1)\omega\cos\omega d\omega}{\left(e^{\frac{\pi}{2}\cot\omega}+1\right)\sin^{2n+2}\omega};$$

donc enfin

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin(2n-1)\omega \cos\omega \, d\omega}{\left(e^{\frac{\pi}{2}\cot\omega}+1\right)\sin^{2n+2}\omega} = 2E_{2n} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (M)\,(*).$$

XV. Dans la Note citée au commencement de ce Mémoire, j'ai démontré la formule remarquable

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin 2n\omega \, d\omega}{\left(e^{\pi\cot\omega}-e^{-\pi\cot\omega}\right)\sin^{2n+2}\omega} = \pm\frac{1}{4} \quad \ldots\ldots \quad (N)\,(**),$$

que l'on peut regarder comme une conséquence des relations (2) et (10). De même, la combinaison des équations (17) et (E) donne d'abord

$$\int_0^{\infty} \frac{dt}{e^{\pi t}+e^{-\pi t}}\left[(2t)^{2n} - \frac{2n(2n-1)}{1.2}(2t)^{2n-2} + \ldots \pm \frac{2n(2n-1)}{1.2}(2t) \mp 1\right] = 0;$$

puis, par la transformation employée plusieurs fois,

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos 2n\omega \, d\omega}{\left(e^{\frac{\pi}{2}\cot\omega}+e^{-\frac{\pi}{2}\cot\omega}\right)\sin^{2n+2}\omega} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (P).$$

XVI. Cette intégrale étant nulle (excepté lorsque $n=0$), il s'ensuit que la formule (L) peut être remplacée par celle-ci :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin\omega \sin(2n-1)\omega}{e^{\frac{\pi}{2}\cot\omega}+e^{-\frac{\pi}{2}\cot\omega}} \, \frac{d\omega}{\sin^{2n+2}\omega} = \frac{2^{2n-3}}{n} P_{2n-1} \quad \ldots\ldots \quad (Q);$$

d'où l'on conclut aisément

$$\frac{4^{n-1}}{n} P_{2n-1} = C_{2n-1,1} E_{2n-2} - C_{2n-1,3} E_{2n-4} + \ldots \pm E_0 \quad \ldots\ldots \quad (R).$$

Cette relation, différente de (K), peut être déduite de celle-ci jointe à l'équation (17).

(Liége, mars 1867.)

(*) Cette formule est en défaut dans le cas de $n=0$. Cela devait nécessairement arriver, attendu qu'elle n'est qu'une transformation de (G).

(**) On doit prendre le signe + si n est *impair*.



ADDITION.

XVII. On peut substituer, aux équations (2) et (17), une relation unique, donnant à la fois les Nombres de Bernoulli et les Nombres d'Euler. Pour la découvrir, reprenons les égalités

$$tg\frac{1}{2}x = \sum_1^\infty \frac{P_{2q-1}}{\Gamma(2q+1)} x^{2q-1} \ (4), \quad \frac{1}{\cos x} = \sum_0^\infty \frac{E_{2n}}{\Gamma(2n+1)} x^{2n} \quad . \ . \ . \ (16);$$

et posons

$$y = \frac{1}{\cos x} + tgx, \quad P_{2n-1} = \frac{n}{4^{n-1}} G_{2n-1}, \quad E_{2n} = G_{2n};$$

nous aurons

$$y = \sum_0^\infty G_i \frac{x^i}{\Gamma(i+1)} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (25),$$

$$y' = \sum_1^\infty G_i \frac{x^{i-1}}{\Gamma(i)}.$$

Mais

$$y' = \frac{dy}{dx} = \frac{\sin x + 1}{\cos^2 x} = \frac{1}{1 - \sin x};$$

donc

$$\left(G_1 + G_2\frac{x}{1} + G_3\frac{x^2}{1.2} + G_4\frac{x^3}{1.2.3} + \dots\right)\left(1 - \frac{x}{1} + \frac{x^3}{1.2.3} - \frac{x^5}{1.2.3.4.5} + \dots\right) = 1.$$

De là résulte

$$G_1 = 1, \ G_2 - G_1 = 0, \ G_3 - 2G_2 = 0, \dots;$$

et, en général,

$$G_i - C_{i-1,1} \cdot G_{i-1} + C_{i-1,3} \cdot G_{i-3} - C_{i-1,5} G_{i-5} + \dots = 0. \quad . \ . \ . \ . \ . \ (S).$$

Les valeurs des nombres G sont, d'après cette équation aux différences :

$G_1=1, G_2=1, G_3=2, G_4=5, G_5=16, G_6=61, G_7=272, G_8=1\,385, G_9=7\,936, G_{10}=50\,521,\ldots$

Par conséquent,

$$E_2=1,\ E_4=5,\ E_6=61,\ E_8=1\,385,\ E_{10}=50\,521,\ldots$$

et

$$P_1=G_1=1,\ P_3=\frac{2}{4}G_3=1,\ P_5=\frac{3}{4^2}\cdot G_5=3,\ P_7=\frac{4}{4^3}G_7=17,\ P_9=\frac{5}{4^4}\cdot G_9=155,\ldots;$$

comme précédemment.

XVIII. Dans le dix-huitième Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, Poisson a démontré les formules

$$tg x = 2\int_0^\infty \frac{e^{2\alpha x}-e^{-2\alpha x}}{e^{\pi\alpha}-e^{-\pi\alpha}}\,d\alpha,\quad \frac{1}{\cos x}=2\int_0^\infty \frac{e^{2\alpha x}+e^{-2\alpha x}}{e^{\pi\alpha}+e^{-\pi\alpha}}\,d\alpha.$$

Il en résulte immédiatement, à cause des égalités (4) et (16) :

$$P_{2q-1}=8q\int_0^\infty \frac{\alpha^{2q-1}\,d\alpha}{e^{\pi\alpha}-e^{-\pi\alpha}}\ (T)\qquad E_{2q}=4^{q+1}\int_0^\infty \frac{\alpha^{2q}\,d\alpha}{e^{\pi\alpha}+e^{-\pi\alpha}}\ (U).$$

De ces deux relations, la seconde a été trouvée ci-dessus; et la première, comme on le vérifie aisément, ne diffère pas, au fond, de la formule :

$$P_{2q-1}=8q\,(4^q-1)\int_0^\infty \frac{\alpha^{2q-1}\,d\alpha}{e^{2\pi\alpha}-1}\quad\ldots\ldots\ldots\quad (10).$$

Du reste, en partant de l'équation (25), et en y remplaçant y par

$$tg x+\frac{1}{\cos x}=4\int_0^\infty \frac{e^{(\pi+2x)\alpha}-e^{-(\pi+2x)\alpha}}{e^{2\pi\alpha}-e^{-2\pi\alpha}}\,d\alpha,$$

on trouve

$$G_i=2^{i+2}\int_0^\infty \frac{e^{\pi\alpha}-(-1)^i e^{-\pi\alpha}}{e^{2\pi\alpha}-e^{-2\pi\alpha}}\,\alpha^i\,d\alpha\quad\ldots\ldots\ldots\quad (V);$$

et, suivant que i est *impair* ou *pair*, cette formule reproduit (T) ou (U).

XIX. La formule

$$P_{2q-1} = 8q(4^q - 1)\int_0^{\infty} \frac{t^{2q-1}dt}{e^{2\pi t} - 1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

nous a donné

$$\int_0^{\infty} \frac{tdt}{e^{2\pi t} - 1}(e^{tx} - e^{-tx})^2(4e^{2tx} + 7 + 4e^{-2tx}) = \frac{1}{4}tg^2 x \quad \ldots\ldots \quad (A).$$

En adoptant la nouvelle valeur de P_{2q-1}, on trouve, absolument de la même manière que ci-dessus,

$$\int_0^{\infty} \frac{tdt(e^{tx} - e^{-tx})^2}{e^{\pi t} - e^{-\pi t}} = \frac{1}{4}tg^2 x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (A').$$

(Mai 1867.)

FIN.

MÉMOIRE

SUR

LA THÉORIE GÉNÉRALE DES LIGNES

TRACÉES

SUR UNE SURFACE QUELCONQUE;

PAR

Ph. GILBERT,

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN, ASSOCIÉ
DE L'ACADÉMIE.

(Présenté à la classe des sciences de l'Académie, le 4 janvier 1868.)



INTRODUCTION.

Je me suis proposé, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, d'étudier les propriétés générales des systèmes de courbes tracées sur une surface quelconque, en faisant usage d'une méthode nouvelle, entièrement géométrique, qui me paraît offrir ce double avantage : de conduire par la voie la plus simple aux beaux théorèmes généraux dont Gauss, et les géomètres qui l'ont suivi, ont enrichi la théorie de la courbure des surfaces; et de mettre en évidence des relations nouvelles, d'une généralité remarquable, qui se rapportent à la géométrie des lignes décrites sur une surface donnée.

Les notions dont j'ai surtout fait usage sont : celle de la *courbure géodésique*, si heureusement introduite dans la science par M. Liouville; celle des *tangentes conjuguées*, que l'on doit à M. Dupin; et celle de la *déviation*, que M. l'abbé Aoust, à mon insu, avait proposée déjà sous le nom de *courbure inclinée*, et qui me paraît appelée à rendre de vrais services dans ce genre de questions (*).

(*) C'est après avoir presque entièrement rédigé ce travail que j'ai eu connaissance des recherches de M. Aoust sur la courbure inclinée, appliquée à la théorie des surfaces (voir sa *Théorie des coordonnées curvilignes quelconques*, et les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LVII, p. 217). Quelques-uns des résultats que j'ai trouvés, et notamment mes formules (7) et (14), avaient été obtenus par lui sous une autre forme, et par une voie différente.

Partant de ces notions, et de certaines propriétés concernant la *flexion* des surfaces, j'obtiens directement, au moyen de considérations géométriques fort simples, une expression de la *mesure de courbure* en un point d'une surface, qui se rapporte, comme celle de Gauss, à deux systèmes quelconques de lignes coordonnées, mais qui s'en distingue par la simplicité et par sa forme géométrique. Cette expression offre cela de remarquable, qu'elle fournit une démonstration immédiate du fameux théorème de Gauss sur le triangle géodésique, et même d'un théorème plus général dû à M. Bonnet.

Dans les paragraphes suivants, j'étudie les propriétés du rayon de déviation d'un système de courbes, et en particulier les relations qui existent entre cet élément nouveau et ceux que l'on considère habituellement dans la théorie de la courbure des lignes décrites sur une surface. Puis, après avoir généralisé l'expression de la courbure géodésique, en fonction des variations des arcs infiniment petits des lignes conjuguées, j'en fais différentes applications. Parmi ces applications, je signalerai une forme de l'expression de la mesure de courbure, de laquelle se déduisent des résultats intéressants; puis, la solution générale pour deux systèmes de courbes quelconques, d'un problème que M. O. Bonnet a traité pour deux systèmes de courbes qui se coupent orthogonalement. Ce problème consiste à assigner une condition analytique, à laquelle doivent satisfaire les deux systèmes donnés, pour que la surface soit décomposée en losanges infiniment petits.

Les §§ VI et VII sont consacrés à la recherche de nouvelles propriétés générales des lignes tracées sur une surface. Celles qui font l'objet du § VI nous ramènent encore, par une voie indépendante et très-simple, aux théorèmes de Gauss et de M. Bonnet. Les suivantes, auxquelles je suis parvenu par une méthode analogue à celle qui m'avait conduit précédemment à la valeur de la mesure de courbure, manifestent de nouveau l'utilité des formules relatives à la déviation. On y trouvera des relations fort générales,

soit entre les variations de la flexion suivant les lignes coordonnées, soit entre les variations de la *courbure normale* et de la *torsion géodésique* de ces lignes mêmes. Appliquées à un système de trajectoires orthogonales, nos équations prennent une forme assez élégante : alors encore, elles renferment comme cas particuliers diverses formules remarquables, dues à MM. Lamé et Picart.

Au § VIII, suivant l'exemple de M. Bertrand, je reprends dans un ordre inverse la théorie fondée par l'illustre Gauss, en donnant d'abord une démonstration géométrique, à peu près intuitive, du théorème de M. Bonnet relatif à la courbure totale du polygone formé, sur une surface, par des arcs de courbes quelconques. On sait en effet, comme plusieurs géomètres l'ont fait voir, déduire de ce théorème l'expression de la mesure de courbure, et celle de la variation de l'angle, sous lequel une courbe quelconque coupe l'un des systèmes de lignes coordonnées.

Enfin, je termine ce Mémoire par quelques théorèmes sur la construction du rayon de courbure de l'intersection de deux surfaces, théorèmes dont ceux de Hachette et de Meusnier sont des cas particuliers ; et par diverses propriétés assez curieuses des sections coniques, que l'on déduit immédiatement des théorèmes sur la flexion, établis dans le cours de ce travail.

MÉMOIRE

SUR

LA THÉORIE GÉNÉRALE DES LIGNES

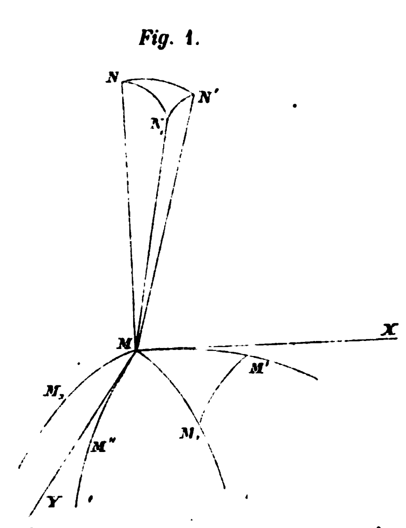
TRACÉES

SUR UNE SURFACE QUELCONQUE.

§ I.

Soit M un point pris sur une surface (*fig.* 1); si l'on mène les plans tangents en ce point, et en un point infiniment voisin M_1, l'angle infiniment petit de ces deux plans, divisé par la distance MM_1 de leurs points de contact, mesure ce que j'appellerai la *flexion de la surface suivant la direction* MM_1. L'utilité d'une dénomination particulière ressort de l'usage fréquent que l'on fait, dans la théorie des surfaces, de l'angle de deux normales infiniment voisines.

Fig. 1.



Soient, au point M, MN la normale extérieure (*); MM', MM'', les lignes de courbure de la surface; R', R'' les rayons de courbure principaux correspondants; $\frac{1}{r_1}$ la flexion de la surface suivant la direction MM_1.

(*) C'est la normale menée dans un sens tel que, pour l'observateur placé en N, la rotation de MM' vers MM'' ait lieu dans le sens *direct*, ou *de gauche à droite*.

Menons par le point M_1 la ligne de courbure M_1M', et tirons les droites MN_1, MN', respectivement parallèles aux normales à la surface en M_1 et en M' : celles-ci pouvant être considérées comme situées dans un même plan, normal au plan NMM', le triangle N_1NN' est rectangle en N' (*), et donne

$$NN' = NN_1 \cos N_1NN'.$$

Or, NN_1 égale $\frac{MM_1}{r_1}$, et NN' égale $\frac{MM'}{R'}$; l'angle en N vaut celui que fait la normale au plan NMN_1, ou la tangente conjuguée de MM_1 (**), avec la tangente à MM'', laquelle est normale au plan NMN'. Si donc nous désignons par α, α' les angles que forment respectivement la direction MM_1 et sa conjuguée, avec la ligne de courbure MM', nous aurons

$$\cos N_1NN' = \sin\alpha', \qquad MM' = MM_1 \cos\alpha,$$

et l'équation précédente deviendra

$$(1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\sin\alpha'}{r_1} = \frac{\cos\alpha}{R'}.$$

Un raisonnement semblable, par rapport à l'autre ligne de courbure MM'', donnerait

$$(2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\cos\alpha'}{r_1} = -\frac{\sin\alpha}{R''}.$$

De ces deux équations se déduisent immédiatement la relation connue

$$\frac{1}{r_1^2} = \frac{\cos^2\alpha}{R'^2} + \frac{\sin^2\alpha}{R''^2},$$

que l'on doit à M. Bertrand, et celle-ci :

$$\operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\alpha' = -\frac{R''}{R'},$$

(*) Pour plus de facilité, nous désignerons ordinairement les directions émanant du point M, par leurs points de rencontre avec une surface sphérique de rayon 1, décrite de M comme centre.

(**) On supposera toujours, pour la généralité des formules, que cette tangente conjuguée soit menée vers la région de l'espace, d'où la rotation de MN vers MN_1 paraît se faire *de gauche à droite*.



qui exprime la propriété des tangentes conjuguées, de former un système de diamètres conjugués de l'indicatrice. On peut aussi remarquer l'égalité suivante :

$$r_1^2 = R'^2 \sin^2\alpha' + R''^2 \cos^2\alpha'.$$

Soient maintenant $\frac{1}{r_2}$ la flexion de la surface suivant une seconde direction quelconque MM_2; β et β' les angles que font cette direction et sa conjuguée avec la ligne de courbure MM'. Nous aurons, par les formules (1) et (2),

$$\frac{\sin\beta'}{r_2} = \frac{\cos\beta}{R'}, \qquad \frac{\cos\beta'}{r_2} = -\frac{\sin\beta}{R''},$$

et une combinaison très-simple de ces équations avec (1) et (2) nous donnera la relation

$$\frac{\sin(\beta' - \alpha')}{r_1 r_2} = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{R' R''},$$

que l'on peut écrire ainsi,

(3) . . . . $$\frac{\sin\zeta}{r_1 r_2} = \frac{\sin\theta}{R' R''},$$

en désignant par θ l'angle compris entre les directions MM_1, MM_2, par ζ l'angle compris entre leurs conjuguées respectives (*).

De cette égalité remarquable, susceptible d'une démonstration analytique très-élégante, nous déduirons plus loin d'importantes conséquences. Bornons-nous ici à remarquer que :

1° Si les directions MM_1, MM_2 sont elles-mêmes conjuguées sur la surface, l'angle ζ est égal à $\pi - \theta$, ou à $-\theta$, suivant que R', R'' sont de même signe ou de signes contraires. On a donc alors

$$\frac{1}{r_1 r_2} = \pm \frac{1}{R' R''},$$

(*) Ces angles sont comptés, *positivement* dans le sens direct par rapport à la normale extérieure, négativement dans le sens rétrograde.

c'est-à-dire que, *en un point donné, le produit des flexions de la surface, suivant deux directions conjuguées, est constant, et égal au produit des courbures principales*, ou, suivant l'expression de Gauss, *à la mesure de courbure de la surface en ce point;* ce qui renferme une proposition due à M. O. Bonnet (*). On en conclut sans peine que, dans une surface gauche, la mesure de courbure en un point est égale au carré de la flexion, suivant la direction de la génératrice correspondante, propriété connue.

2° Si l'angle θ devient infiniment petit, il en est de même de ζ; on peut remplacer les sinus par les angles dans la formule (3), et l'on a

$$\frac{1}{r_1^2} = \frac{1}{R'R''} \cdot \frac{\theta}{\zeta},$$

ou bien

$$\frac{1}{r_1^2} = \frac{1}{R'R''} \frac{d\alpha}{d\alpha'}.$$

Donc : *Le carré de la flexion en un point de la surface, suivant une direction arbitraire, est égal à la mesure de courbure de la surface en ce point, multipliée par le rapport des déplacements angulaires infiniment petits de cette direction et de sa conjuguée.*

Le carré de la flexion varie donc comme le rapport $\frac{d\alpha}{d\alpha'}$.

§ II.

Concevons maintenant, sur la surface, deux systèmes de lignes c_1 et c_2, qui, se coupant sous un angle variable quelconque θ, partagent la surface en éléments infiniment petits. Si à partir d'un point quelconque M (*fig.* 2) on prend, sur la courbe c_2 qui passe en ce point, un arc infiniment petit $MM_2 = ds_2$; que l'on mène, aux points M et M_2, des tangentes aux courbes du système c_1 qui correspondent à ces deux points, l'angle infinitésimal T_1MT' de ces tangentes, divisé par la distance ds_2 des points de contact, mesure la *déviation* de la ligne c_1 au point M, suivant MM_2. En la représentant

(*) *Journal de l'École polytechnique*, XXXII[e] cahier, p. 18.



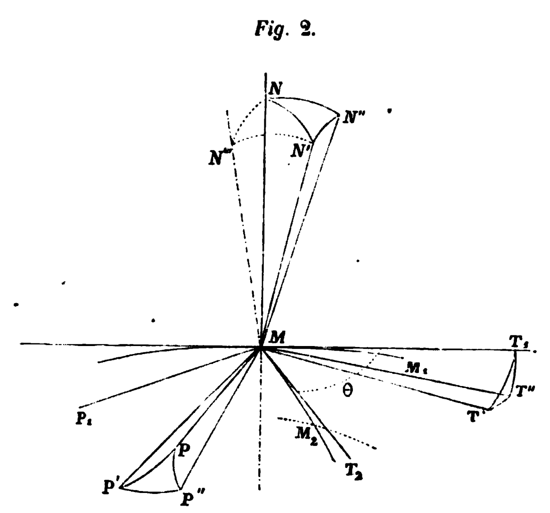


Fig. 2.

par $\frac{1}{\delta_1}$, δ_1 sera le *rayon de déviation;* il est naturel de prendre pour sa direction celle de la corde T_1T' prise à la limite, savoir, une perpendiculaire à MT_1, tirée du point M, dans le plan parallèle aux deux tangentes infiniment voisines.

On déterminerait de même la *déviation* de la ligne c_2 suivant la direction MM_1, en prenant sur la courbe c_1 l'arc infiniment petit $MM_1 = ds_1$, et menant en M et M_1 des tangentes aux courbes c_2 qui correspondent à ces deux points.

Ces définitions admises, soient MN la normale extérieure; MP une perpendiculaire au plan NMT_1, menée du côté de ce plan où la rotation de MN vers MT_1 paraît se faire de gauche à droite; MT', MN', MP' des parallèles aux droites qui correspondent respectivement à MT_1, MN et MP pour le point M_2. L'angle droit N'MT', projeté sur le plan NMT_1 avec lequel son plan fait un angle infiniment petit, donne N''MT'' qui peut aussi être regardé comme droit. On a donc $T_1T'' = NN''$, ou bien

$$T_1T' \cos T'T_1T'' = NN' \cos N'NN''.$$

Mais T_1T' est égal à $\frac{ds_2}{\delta_1}$; l'angle en T_1 est le complément de celui que le rayon de déviation fait avec la direction MP, et que je désigne par (δ_1, P); NN' n'est autre chose que $\frac{ds_2}{r_2}$; enfin, l'angle N'NN'' égale celui que fait la tangente conjuguée de MT_2 avec MP; de sorte qu'en désignant par φ_2 l'angle compris entre cette conjuguée et MT_1, on a

$$\cos N'NN'' = \sin \varphi_2.$$

L'équation précédente devient donc :

$$(4) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\sin(\delta_1, P)}{\delta_1} = \frac{\sin \varphi_2}{r_2} \ (^*).$$

(*) Cette formule a toute la généralité possible, pourvu que la tangente conjuguée soit menée dans le sens convenu, et que l'angle (δ_1, P) soit compté, dans le plan NMP, *négativement* de MP vers MN, *positivement* dans le sens contraire.

Remarquons d'ailleurs que rien, dans cette démonstration, ne s'oppose à ce que le point M_2 soit pris sur la courbe c_1 ou MM_1; le rayon de déviation se confond alors, en grandeur et en direction, avec le rayon de courbure ρ_1 de la ligne c_1 au point M, et l'on a

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{\sin(\rho_1, P)}{\rho_1} = \frac{\sin\varphi_1}{r_1},$$

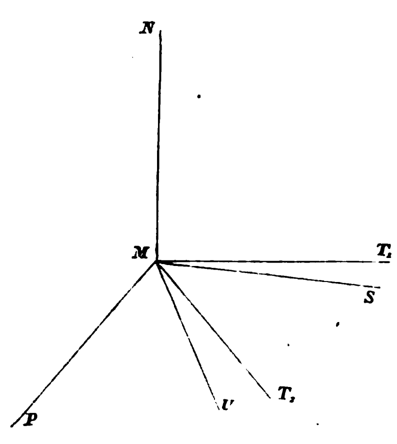
φ_1 étant l'angle compris entre la tangente MT_1 et sa conjuguée, $\frac{1}{r_1}$ la flexion suivant MM_1. L'équation (5) revient à une formule bien connue (*).

Si l'on projette de la même manière l'angle droit $N'MP'$ sur le plan NMP, en $N'''MP''$, un raisonnement semblable donnera

$$(6) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad PP' \cos P'PP'' = -\frac{\cos\varphi_2}{r_2} ds_2.$$

Enfin, supposons qu'après avoir mené en M_2 des tangentes aux lignes coordonnées c_1 et c_2, qui correspondent à ce point, et par le point M des parallèles à ces tangentes, on projette ces parallèles sur le plan tangent T_1MP en MS et MU (*fig.* 3). On aura, MT_1 et MT_2 étant les tangentes en M aux lignes c_1 et c_2,

Fig. 3.



$$T_1T_2 + T_2U - US - ST_1 = o,$$

ces angles étant comptés positivement dans le sens direct (de MT_1 vers MP), et négativement dans le sens rétrograde. Or, T_1T_2 est l'angle θ; T_2U est égal à l'angle de contingence géodésique de l'arc MM_2, ou à $\frac{ds_2}{g_2}$, g_2 étant le rayon de courbure géodésique de la ligne c_2 au point M (**); US est l'angle des tangentes en M_2 pro-

(*) O. Bonnet, *Mém. cit.*, p. 10.

(**) On regardera g_2 comme positif lorsque le rayon de courbure de la courbe c_2, projeté sur le plan tangent, sera placé par rapport à la tangente MT_2 du côté du mouvement direct; g_2 sera négatif dans le cas contraire. La même convention s'appliquera au rayon de courbure géodésique de la courbe c_1.

jeté sur le plan tangent en M, et ne diffère de cet angle lui-même, $\theta + d_2\theta$ (*), que d'un infiniment petit du second ordre. Enfin, ST_1 est l'angle de déviation de la ligne c_1 en M, projeté sur le plan tangent, et vaut $\frac{ds_2}{\delta_1}\cos(\delta_1, P)$. Substituant dans l'équation et divisant par ds_2, on obtient

$$(7) \quad \frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1} = \frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2},$$

relation qui nous sera très-utile. Observons en passant que les quantités qui figurent dans le second membre ne varient pas lorsque l'on déforme la surface, supposée flexible et inextensible; donc : *La projection de la déviation* $\frac{1}{\delta_1}$, *sur le plan tangent en* M, *est une quantité qui reste invariable dans les déformations de la surface.*

§ III.

Si nous désignons par γ l'angle que fait la direction de la tangente à la courbe c_1 avec une direction *fixe* quelconque OX, nous aurons

$$d_2 d_1 \cos\gamma = d_1 d_2 \cos\gamma,$$

d'où, en observant que l'on a

$$d_1\cos\gamma = \frac{\cos(\rho_1, X)}{\rho_1} ds_1, \qquad d_2\cos\gamma = \frac{\cos(\delta_1, X)}{\delta_1} ds_2,$$

$$(\alpha) \quad d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, X)}{\rho_1} ds_1\right] = d_1\left[\frac{\cos(\delta_1, X)}{\delta_1} ds_2\right].$$

Choisissons pour cette direction *fixe* la droite MP, *considérée au point* M ; et introduisons, au lieu des angles (ρ_1, X) et (δ_1, X), que forment les rayons de courbure et de déviation relatifs à un point quelconque, avec cette direction *invariable*, les angles (ρ_1, P) et (δ_1, P) qu'ils forment avec une direction *variable* MP, perpendiculaire à la normale à la surface, et à la courbe c_1 au point que l'on considère.

(*) Nous indiquons par d_1, d_2, les différentiations effectuées suivant les lignes c_1, c_2, respectivement.

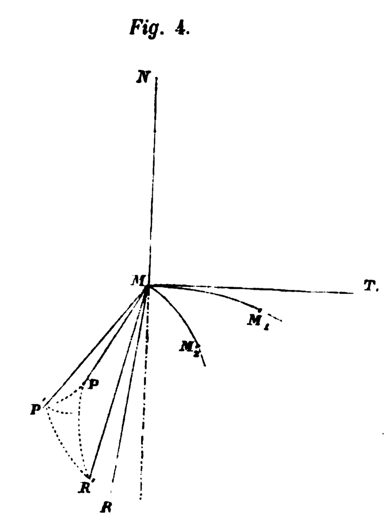


Fig. 4.

Pour cela, soient (*fig.* 4) MR le rayon de courbure ρ_1; MP′, MR′ des parallèles à ce que deviennent MP et MR au point M_2; ρ_1', ds_1' ce que deviennent ρ_1 et ds_1 au même point. Nous aurons évidemment

$$R'X = R'P = R'P' + PP' \cos P'PR';$$

d'où, négligeant les infiniment petits du second ordre,

$$\cos R'X = \cos R'P' - \sin R'P' \times PP' \cos P'PR'.$$

Nous tirons de là

$$d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, X)}{\rho_1} ds_1\right] = \frac{\cos R'X}{\rho_1'} ds_1' - \frac{\cos RX}{\rho_1} ds_1 = \frac{\cos R'P'}{\rho_1'} ds_1' - \frac{\cos RP}{\rho_1} ds_1 - \frac{\sin R'P'}{\rho_1'} ds_1' \times PP' \cos P'PR',$$

ou bien, en négligeant les termes du troisième ordre,

$$d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, X)}{\rho_1} ds_1\right] = d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, P)}{\rho_1} ds_1\right] - \frac{\sin(\rho_1, P)}{\rho_1} ds_1 . PP' \cos P'PR.$$

Mais les équations (5) et (6) nous donnent

$$\frac{\sin(\rho_1, P)}{\rho_1} = \frac{\sin \varphi_1}{r_1}, \qquad PP' \cos P'PR = -\frac{\cos \varphi_2}{r_2} ds_2,$$

donc :

$$d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, X)}{\rho_1} ds_1\right] = d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, P)}{\rho_1} ds_1\right] + \frac{\sin \varphi_1 \cos \varphi_2}{r_1 r_2} ds_1 ds_2.$$

On peut raisonner de même sur l'angle (δ_1, X) : il suffit de considérer, dans la figure, MR comme représentant le rayon de déviation de la courbe c_1, et MP′, MR′, comme se rapportant à un déplacement infiniment petit sur MM_1. Les formules (4) et (6) nous donnent, dans ce cas-ci,

$$\frac{\sin(\delta_1, P)}{\delta_1} = \frac{\sin \varphi_2}{r_2}, \qquad PP' \cos P'PR = -\frac{\cos \varphi_1}{r_1} ds_1,$$

et nous avons, *mutatis mutandis*,

$$d_1\left[\frac{\cos(\delta_1, X)}{\delta_1} ds_2\right] = d_1\left[\frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1} ds_2\right] + \frac{\sin \varphi_2 \cos \varphi_1}{r_1 r_2} ds_1 ds_2.$$

Substituons maintenant ces résultats dans l'équation (α), et observons que l'angle $\varphi_2 - \varphi_1$ n'est autre que l'angle ζ des tangentes respectivement conjuguées à MT_1 et à MT_2 : cette équation deviendra

$$\frac{\sin\zeta\, ds_1 ds_2}{r_1 r_2} = d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, P)}{\rho_1} ds_1\right] - d_1\left[\frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1} ds_2\right].$$

On peut transformer cette égalité remarquable en observant que $\frac{\cos(\rho_1, P)}{\rho_1}$ représente la courbure géodésique $\frac{1}{g_1}$ de la courbe c_1, et en ayant égard aux formules (3) et (7). Elle prend alors la forme suivante :

$$(8) \quad \ldots\ldots \quad \frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = d_2\left(\frac{ds_1}{g_1}\right) - d_1\left(\frac{ds_2}{g_2}\right) + d_1 d_2 \theta,$$

qui traduit, d'une manière simple et expressive, la formule compliquée donnée par Gauss pour la mesure de courbure en un point d'une surface (*). Le fameux théorème sur l'invariabilité du produit des rayons de courbure principaux, lorsque l'on déforme la surface, en est une conséquence immédiate; en effet, l'équation (8) donne l'expression de ce produit, en fonction de quantités qui ne dépendent que des longueurs et des angles de lignes tracées sur la surface. Nous ajouterons qu'en vertu des relations établies au § I[er], *les expressions*

$$\frac{\sin\zeta}{r_1 r_2}, \quad \frac{1}{r_1^2}\frac{d\alpha'}{d\alpha},$$

jouissent de la même propriété.

Dans le cas où les lignes coordonnées c_1 et c_2 se coupent sous un angle constant θ, l'équation (8) se réduit à celle-ci :

$$\frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = d_2\left(\frac{ds_1}{g_1}\right) - d_1\left(\frac{ds_2}{g_2}\right);$$

et si l'angle θ est supposé droit, on a simplement

$$\frac{ds_1 ds_2}{R'R''} = d_2\left(\frac{ds_1}{g_1}\right) - d_1\left(\frac{ds_2}{g_2}\right),$$

(*) *Commentationes Societatis Regiae Gottingensis recentiores*, t. VI, cl. math, p. 119. — O. Bonnet, *Mém. cité*, p. 91.

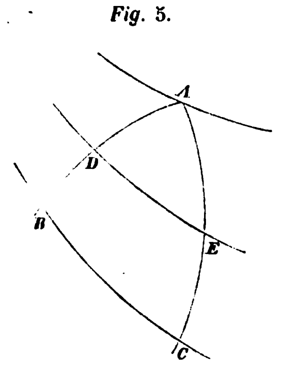
ce qui revient à une formule de M. Bonnet relative aux systèmes orthogonaux (*).

Concevons maintenant que les deux systèmes c_1 et c_2 soient formés de lignes géodésiques de la surface : il faudra faire dans l'équation (8), $\frac{1}{g_1}$ et $\frac{1}{g_2}$ égaux à zéro. Nous aurons alors

$$\frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = d_1 d_2 \theta,$$

d'où résulte ce théorème : *Lorsqu'une surface est partagée en éléments infiniment petits par un réseau de lignes géodésiques, la courbure totale du quadrilatère élémentaire* (suivant l'expression adoptée par Gauss) *est mesurée par la différence seconde de l'angle sous lequel se coupent les lignes coordonnées, prise suivant les deux lignes successivement* (**).

Fig. 5.



Le beau théorème de Gauss sur la courbure totale d'un triangle géodésique découle immédiatement de là, car si un système de lignes géodésiques issues d'un point A est coupé par un autre système de lignes géodésiques, et que l'on applique l'équation précédente à tous les éléments d'un quadrilatère DBCE (*fig.* 5), compris entre deux lignes de chaque système, il viendra

$$\iint \frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = \iint d_1 d_2 \theta = \theta_C - \theta_B - \theta_E + \theta_D.$$

Or, θ_C et θ_B sont égaux, respectivement, aux angles C, $\pi - B$; d'autre part, si l'on conçoit que les points D et E viennent se confondre en A, on a

$$\theta_D - \theta_E = A;$$

donc

$$\iint \frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = A + B + C - \pi,$$

ce qui est le théorème de Gauss.

(*) *Mém. cité*, p. 53.

(**) D'où il suit, pour le dire en passant, que deux séries de lignes géodésiques ne peuvent se couper à angle constant sur une surface, à moins que $\frac{1}{R'R''}$ ne soit nul, auquel cas cette surface est développable.

L'équation (8) conduit de même, et sans l'emploi d'aucune formule auxiliaire, au théorème plus général de M. O. Bonnet (*). En effet, supposons les deux systèmes c_1 et c_2 formés de courbes quelconques : la courbure totale du quadrilatère DBCE aura pour expression

$$\iint \frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = \iint d_2\left(\frac{ds_1}{g_1}\right) - \iint d_1\left(\frac{ds_2}{g_2}\right) + \iint d_1 d_2 \theta$$
$$= \theta_C - \theta_B - \theta_E + \theta_D + \int_B^C \frac{ds_1}{g_1} - \int_D^E \frac{ds_1}{g_1} - \int_E^C \frac{ds_2}{g_2} + \int_D^B \frac{ds_2}{g_2}.$$

Mais si l'on tient compte des signes dont nos conventions affectent les rayons g_1 et g_2, et si l'on convient de donner à l'angle de contingence géodésique le signe $+$ ou le signe $-$, selon qu'il tombe hors du quadrilatère ou dans l'intérieur, on verra qu'il faut changer les signes de la première et de la quatrième intégrale. La somme des quatre derniers termes se réduit donc à

$$-\int \frac{ds}{g},$$

cette intégrale s'étendant à tout le contour du quadrilatère DBCE ; et il vient

$$\iint \frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = \theta_C - \theta_B - \theta_E + \theta_D - \int \frac{ds}{g}.$$

Si l'on suppose que le côté DE se réduise au point A, on a

$$\iint \frac{\sin\theta\, ds_1 ds_2}{R'R''} = A + B + C - \pi - \int \frac{ds}{g},$$

et l'on reconnaît là le théorème de M. Bonnet.

§ IV.

Je vais maintenant revenir sur les formules du § II pour en déduire de nouvelles conséquences, relatives, soit à la flexion d'une surface, soit à la déviation des courbes tracées sur celle-ci.

(*) *Mém. cité*, p. 131.

Désignons par OX une direction fixe arbitraire, et par x la distance à un plan fixe, normal à cet axe, du point que l'on considère sur la surface. L'égalité connue

$$d_2 d_1 x = d_1 d_2 x$$

revient évidemment à celle-ci :

$$d_2 \left[\cos(T_1, X)\, ds_1\right] = d_1 \left[\cos(T_2, X)\, ds_2\right];$$

ou, à cause de

$$d_2 \cos(T_1, X) = \frac{\cos(\delta_1, X)}{\delta_1} ds_2, \quad d_1 \cos(T_2, X) = \frac{\cos(\delta_2, X)}{\delta_2} ds_1,$$

à celle-ci :

$$(9) \ldots \quad \left[\frac{\cos(\delta_1, X)}{\delta_1} - \frac{\cos(\delta_2, X)}{\delta_2}\right] ds_1 ds_2 = \cos(T_2, X)\, d_1 ds_2 - \cos(T_1, X)\, d_2 ds_1.$$

— Prenons pour direction OX la normale extérieure MN à la surface, au point M : le second membre s'évanouit, et l'on a

$$\frac{\cos(\delta_1, N)}{\delta_1} = \frac{\cos(\delta_2, N)}{\delta_2},$$

c'est-à-dire que *les plans menés perpendiculairement aux rayons de déviation des lignes* c_1 *et* c_2*, par leurs extrémités respectives, rencontrent en un même point la normale à la surface* (*).

Mais l'angle (δ_1, N) égale $\frac{\pi}{2} + (\delta_1, P)$; nous avons donc, par l'équation (4),

$$\frac{\cos(\delta_1, N)}{\delta_1} = -\frac{\sin \varphi_2}{r_2}.$$

De même

$$\frac{\cos(\delta_2, N)}{\delta_2} = -\frac{\sin(\varphi_1 - \theta)}{r_1}.$$

L'équation ci-dessus deviendra donc

$$(10) \ldots \ldots \ldots \quad \frac{\sin \varphi_2}{r_2} = \frac{\sin(\varphi_1 - \theta)}{r_1}.$$

(*) Cette remarque avait déjà été faite par M. l'abbé Aoust. (Voir *Comptes rendus*, t. LVII, p. 217.)



Ainsi : *Les flexions d'une surface suivant deux directions arbitraires, en un même point, sont entre elles comme les sinus des angles respectifs que forme chacune de ces directions avec la conjuguée de l'autre.*

Ce théorème se déduirait aussi, bien simplement, de nos équations (1) et (2).

Observons d'ailleurs, comme dans la démonstration de la relation (4), que l'angle compris entre le plan NMT_1 (*fig.* 2), et le plan parallèle aux normales en M et en M_2, est égale à $\varphi_2 - \frac{\pi}{2}$; qu'une remarque semblable s'applique à l'angle $\varphi_1 - \theta$; et nous verrons que l'équation (10) peut encore s'énoncer ainsi :

Si par deux points M_1 *et* M_2, *pris à des distances égales et infiniment petites d'un point* M, *sur la surface, on mène à celle-ci des normales, et que l'on projette ces normales, chacune sur le plan passant par le point d'incidence de l'autre et par la normale en* M, *les deux projections seront également inclinées sur la normale en* M, *et dans le même sens par rapport aux tangentes* MT_1, MT_2.

Dans le cas particulier où les directions MM_1, MM_2 font un angle droit, on retrouve un théorème connu, dû à M. Bertrand (*).

(**) Désignons maintenant par R_1, R_2, les rayons de courbure, au point M, des sections normales tangentes respectivement à MT_1, MT_2 (***), et par $\frac{1}{\gamma_1}$, $\frac{1}{\gamma_2}$, les *torsions géodésiques* respectives des lignes c_1 et c_2, au même point (****). L'équation (5) revient à

$$\frac{\sin \varphi_1}{r_1} = \frac{1}{R_1}.$$

D'autre part, le triangle N'NN''' (*fig.* 2) montre immédiatement que

(*) *Journal de mathématiques pures et appliquées*, t. IX, p. 137.

(**) Les formules (11), (13), et les conséquences qui en découlent, n'ont été présentées à l'Académie que dans sa séance du 1er février.

(***) Ils sont comptés *négativement* dans le sens MN, positivement dans le sens opposé.

(****) A l'exemple de M. Picart (*Thèse sur la théorie géométrique des surfaces*, p. 9), nous appelons *torsion géodésique* d'une ligne MM_1 (*fig.* 2), la limite du rapport de l'inclinaison de la normale en M_1 sur le plan NMT_1, à l'arc MM_1; ce rapport étant positif ou négatif, suivant que la normale en M_1 tombe, par rapport au plan NMT_1, du même côté que MP, ou du côté opposé.

l'inclinaison de la normale à la surface en M_1, sur le plan NMT_1, a pour expression

$$\frac{ds_1}{r_1}\sin\left(\varphi_1-\frac{\pi}{2}\right);$$

d'où résulte la relation connue

$$\frac{\cos\varphi_1}{r_1}=-\frac{1}{\gamma_1}.$$

On aura de même, en se rappelant que φ_2 est l'angle compris entre la tangente MT_1 et la tangente conjuguée de MT_2,

$$\frac{\sin(\varphi_2-\theta)}{r_2}=\frac{1}{R_2},\qquad \frac{\cos(\varphi_2-\theta)}{r_2}=-\frac{1}{\gamma_2}.$$

Tirant de là les valeurs de $\frac{\sin\varphi_2}{r_2}$, $\frac{\cos\varphi_2}{r_2}$, on obtient les formules suivantes, qui nous seront utiles :

$$(11)\ldots\quad \begin{cases} \dfrac{\sin\varphi_1}{r_1}=\dfrac{1}{R_1}, & \dfrac{\cos\varphi_1}{r_1}=-\dfrac{1}{\gamma_1},\\[2ex] \dfrac{\sin\varphi_2}{r_2}=\dfrac{\cos\theta}{R_2}-\dfrac{\sin\theta}{\gamma_2}, & \dfrac{\cos\varphi_2}{r_2}=-\left(\dfrac{\cos\theta}{\gamma_2}+\dfrac{\sin\theta}{R_2}\right).\end{cases}$$

Voici quelques conséquences qui en découlent :

1° Si l'on substitue dans l'équation (10) les valeurs de $\frac{\sin\varphi_2}{r_2}$, $\frac{\sin(\varphi_1-\theta)}{r_1}$, déduites des relations (11), cette équation prend la forme

$$(12)\ldots\ldots\quad \left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)\cos\theta+\left(\frac{1}{\gamma_1}+\frac{1}{\gamma_2}\right)\sin\theta=0,$$

ou bien celle-ci :

$$\frac{\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2}}{\dfrac{1}{\gamma_1}+\dfrac{1}{\gamma_2}}=-\operatorname{tang}\theta.$$

En y supposant θ constant, on en tire cette propriété curieuse :

Si l'on trace sur une surface deux séries de courbes, se coupant sous un

angle constant θ, la différence de leurs courbures normales en un même point, divisée par la somme de leurs torsions géodésiques, donne un rapport constant, égal à la tangente de l'angle θ.

Lorsque l'angle θ est droit, l'équation (12) se réduit à l'égalité connue

$$\frac{1}{\gamma_1} = -\frac{1}{\gamma_2}.$$

2° Reprenons les formules (4) et (7) du § II :

$$\frac{\sin(\delta_1, P)}{\delta_1} = \frac{\sin\varphi_2}{r_2}, \quad \frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1} = \frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2}.$$

Transformons la première au moyen des relations (11), ce qui donne

$$\frac{\sin(\delta_1, P)}{\delta_1} = \frac{\cos\theta}{R_2} - \frac{\sin\theta}{\gamma_2},$$

et nous obtiendrons facilement les équations suivantes :

$$(15) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{1}{\delta_1^2} = \left(\frac{\cos\theta}{R_2} - \frac{\sin\theta}{\gamma_2}\right)^2 + \left(\frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2}\right)^2, \\ &\operatorname{tang}(\delta_1, P) = \frac{\dfrac{\cos\theta}{R_2} - \dfrac{\sin\theta}{\gamma_2}}{\dfrac{1}{g_2} - \dfrac{d\theta}{ds_2}}. \end{aligned} \right.$$

Ces formules déterminent le *rayon de déviation* de la courbe c_1, et son inclinaison sur le plan tangent, dans le cas général où les courbes c_1 et c_2 sont quelconques, en fonction des quantités R_2, γ_2, g_2 et θ. Lorsque les lignes coordonnées sont orthogonales, il vient, plus simplement,

$$\frac{1}{\delta_1^2} = \frac{1}{\gamma_2^2} + \frac{1}{g_2^2}, \quad \operatorname{tang}(\delta_1, P) = -\frac{\dfrac{1}{\gamma_2}}{\dfrac{1}{g_2}} \text{ (*)}.$$

(*) La première de ces deux équations met bien en évidence l'erreur dans laquelle est tombé M. Picart, en disant (*Thèse sur les surfaces*, p. 17), que « l'angle de contingence géodésique est égal à l'angle que forment deux plans normaux à la surface, menés par deux éléments consécutifs de la courbe. » Car, dans le cas où $\theta = \frac{\pi}{2}$, $\frac{ds_2}{\delta_1}$ représente bien l'angle des plans normaux

Donc, *lorsque deux séries de courbes*, c_1 *et* c_2, *se coupent orthogonalement sur une surface:* 1° *le carré de la déviation d'une courbe* c_1 *est égal à la somme des carrés des deux courbures géodésiques de sa trajectoire orthogonale* c_2 *au même point;* 2° *la tangente de l'inclinaison du rayon de déviation de la courbe* c_1, *sur le plan tangent, est égale au rapport entre la torsion géodésique de cette trajectoire et sa courbure géodésique, pris en signe contraire.*

Dans le cas particulier où les lignes c_2 sont des lignes géodésiques, $\frac{1}{g_2}$ est égal à zéro, et par suite,

$$\frac{1}{\delta_1} = \pm \frac{1}{\gamma_2}, \qquad \text{tang}(\delta_1, P) = \infty;$$

ainsi *le rayon de déviation de la trajectoire orthogonale d'un système de lignes géodésiques, en un point, est égal au rayon de torsion de la ligne géodésique qui passe par ce point; et il est dirigé suivant la normale à la surface.*

3° Reprenons le cas général, et considérons la déviation $\frac{1}{\delta_2}$ d'une courbe c_2. En menant une perpendiculaire MP_1 au plan NMT_2, dans le sens du mouvement direct par rapport à la normale MN, et en raisonnant comme au § II, on obtient

$$\frac{\sin(\delta_2, P_1)}{\delta_2} = \frac{\sin(\varphi_1 - \theta)}{r_1}, \qquad \frac{\cos(\delta_2, P_1)}{\delta_2} = \frac{1}{g_1} + \frac{d\theta}{ds_1}.$$

De là on tire, eu égard aux relations (11) :

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\delta_2^2} &= \left(\frac{\cos\theta}{R_1} + \frac{\sin\theta}{\gamma_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{g_1} + \frac{d\theta}{ds_1}\right)^2, \\ \text{tang}(\delta_2, P_1) &= \frac{\dfrac{\cos\theta}{R_1} + \dfrac{\sin\theta}{\gamma_1}}{\dfrac{1}{g_1} + \dfrac{d\theta}{ds_1}}. \end{aligned} \right.$$

à la surface, menés par deux éléments consécutifs de la courbe c_2; il faudrait donc, si la remarque de M. Picart était vraie, que $\frac{1}{\gamma_1}$ fût égal à zéro : cela n'a lieu que pour une ligne de courbure. Ainsi, quand les deux séries de lignes orthogonales coïncident avec les lignes de courbure de la surface, *le rayon de déviation d'une ligne* c_1 *est égal au rayon de courbure géodésique de sa trajectoire.*

Pour ne considérer ici qu'un des cas les plus simples, supposons l'angle θ constant; rapprochons les formules (12) et (13) de celles-ci, et nous aurons immédiatement

$$\begin{cases} \dfrac{1}{\delta_2^2} - \dfrac{1}{\delta_1^2} = \dfrac{1}{g_1^2} - \dfrac{1}{g_2^2}, \\[2ex] \dfrac{\operatorname{tang}(\delta_1, P)}{\operatorname{tang}(\delta_2, P_1)} = \dfrac{\dfrac{1}{g_1}}{\dfrac{1}{g_2}}; \end{cases}$$

relations curieuses, desquelles l'angle θ a disparu, et qui nous permettent d'énoncer les deux théorèmes suivants :

Considérons, sur une surface, deux courbes faisant partie d'un système de trajectoires : 1° *la différence des carrés de leurs déviations, au point où elles coupent, est égale à la différence, prise en signe contraire, des carrés de leurs courbures géodésiques;* 2° *les tangentes des inclinaisons de leurs rayons de déviation, sur le plan tangent à la surface, sont entr'elles comme les courbures géodésiques respectives de ces deux courbes.*

Nous terminerons cet article en indiquant quelques transformations de l'expression de la mesure de courbure.

L'équation (3) nous donne

$$\frac{\sin\theta}{R'R''} = \frac{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{r_1 r_2} = \frac{\sin\varphi_1 \sin(\varphi_2 - \theta) - \sin\varphi_2 \sin(\varphi_1 - \theta)}{r_1 r_2 \sin\theta}.$$

Substituons à

$$\frac{\sin\varphi_1}{r_1}, \quad \frac{\sin(\varphi_2 - \theta)}{r_2}, \text{ etc.},$$

leurs valeurs résultant des équations (4) et (5); nous trouverons

$$\frac{\sin^2\theta}{R'R''} = \frac{\cos(\rho_1, N)}{\rho_1} \cdot \frac{\cos(\rho_2, N)}{\rho_2} - \frac{\cos(\delta_1, N)}{\delta_1} \cdot \frac{\cos(\delta_2, N)}{\delta_2}.$$

Cette formule donne directement l'expression de $\frac{1}{R'R''}$ en fonction des rayons de courbure et de déviation des courbes c_1 et c_2, et des inclinaisons de ces rayons sur la normale extérieure.

Si, partant de la même équation (3), on se borne à développer $\sin(\varphi_2 - \varphi_1)$ et à faire usage des relations (11), on obtiendra cette nouvelle expression :

$$\frac{\sin\theta}{R'R''} = \left(\frac{1}{R_1R_2} + \frac{1}{\gamma_1\gamma_2}\right)\sin\theta + \left(\frac{1}{R_1\gamma_2} - \frac{1}{\gamma_1 R_2}\right)\cos\theta;$$

ce qui se réduit, lorsque θ est un angle droit, à

$$\frac{1}{R'R''} = \frac{1}{R_1R_2} + \frac{1}{\gamma_1\gamma_2}.$$

Dans le cas où les courbes c_1 sont des lignes géodésiques, on retrouve une formule de Bour (*).

§ V.

L'équation (9) du paragraphe précédent, combinée avec la relation (7), permet d'exprimer les variations des arcs infiniment petits des lignes coordonnées, supposées quelconques, en fonction de leurs courbures géodésiques. Il en résulte de nouvelles propriétés intéressantes des systèmes de courbes tracées sur une même surface.

Faisons coïncider la direction OX, dans l'équation (9), avec la droite MP normale au plan NMT_1. Nous aurons

$$\cos(T_1, X) = o, \qquad \cos(T_2, X) = \sin\theta,$$

d'où

$$\sin\theta\frac{d_1 ds_2}{ds_1 ds_2} = \frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1} - \frac{\cos(\delta_2, P)}{\delta_2}.$$

De la même manière, en faisant coïncider OX avec MP_1, on trouverait

$$\sin\theta\frac{d_2 ds_1}{ds_1 ds_2} = \frac{\cos(\delta_1, P_1)}{\delta_1} - \frac{\cos(\delta_2, P_1)}{\delta_2}.$$

(*) *Journal de l'École polytechnique*, XXXIX[e] cahier, p. 25.



Mais, évidemment,

$$\cos(\delta_2, P) = \cos(\delta_2, P_1)\cos\theta, \qquad \cos(\delta_1, P_1) = \cos(\delta_1, P)\cos\theta,$$

donc

$$(14) \quad \ldots\ldots \left\{ \begin{array}{l} \sin\theta \dfrac{d_1 ds_2}{ds_1 ds_2} = \dfrac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1} - \dfrac{\cos(\delta_2, P_1)}{\delta_2}\cos\theta \\ \sin\theta \dfrac{d_2 ds_1}{ds_1 ds_2} = \dfrac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1}\cos\theta - \dfrac{\cos(\delta_2, P_1)}{\delta_2}. \end{array} \right.$$

Observons d'abord que l'on tire de là, en éliminant $\frac{\cos(\delta_2, P_1)}{\delta_2}$ et remplaçant $\frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1}$ par sa valeur (7),

$$\frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2} = \frac{d_1 ds_2 - d_2 ds_1 \cos\theta}{ds_1 ds_2 \sin\theta},$$

équation qui donne l'expression de la courbure géodésique de la ligne c_2, en fonction des variations des arcs infiniment petits ds_1, ds_2, et de l'angle θ. Lorsque les courbes c_1 et c_2 se coupent orthogonalement, cette formule se réduit à l'équation bien connue

$$\frac{1}{g_2} = \frac{d_1 ds_2}{ds_1 ds_2}.$$

Supposons que les courbes c_2 soient des lignes géodésiques, coupées par les lignes c_1 sous un angle *constant* quelconque θ : $\frac{1}{g_2}$ et $\frac{d\theta}{ds_2}$ étant nuls, l'équation ci-dessus devient

$$d_1 ds_2 - d_2 ds_1 \cos\theta = o,$$

ou

$$\frac{d_1 ds_2}{d_2 ds_1} = \cos\theta.$$

Ce résultat peut se traduire ainsi : *Si l'on décompose une surface en quadrilatères infiniment petits, par un système de lignes géodésiques et un système de trajectoires obliques, la différence des côtés géodésiques, dans chaque quadrilatère élémentaire, divisée par la différence des côtés non géodésiques,*

est constante : elle est égale au cosinus de l'angle d'intersection (*). Lorsque l'angle θ est droit, $d_1 ds_2$ est nul, et l'on retrouve un théorème de Gauss.

Pour procéder à d'autres applications des formules (14), commençons par y substituer, à $\frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1}$ et à $\frac{\cos(\delta_2, P_1)}{\delta_2}$, leurs valeurs respectives

$$\frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2}, \quad \frac{1}{g_1} + \frac{d\theta}{ds_1},$$

ce qui donnera

$$(15) \quad \ldots \ldots \left\{ \begin{aligned} \frac{d_1 ds_2}{ds_1 ds_2} &= \frac{1}{\sin\theta}\left[\frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2} - \left(\frac{1}{g_1} + \frac{d\theta}{ds_1}\right)\cos\theta\right], \\ \frac{d_2 ds_1}{ds_1 ds_2} &= \frac{1}{\sin\theta}\left[\left(\frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2}\right)\cos\theta - \left(\frac{1}{g_1} + \frac{d\theta}{ds_1}\right)\right]. \end{aligned} \right.$$

Transformons, au moyen de ces relations, l'équation (8), qui, étant développée, devient

$$\frac{\sin\theta}{R'R''} = \frac{d\left(\frac{1}{g_1}\right)}{ds_2} - \frac{d\left(\frac{1}{g_2}\right)}{ds_1} + \frac{1}{g_1}\frac{d_2 ds_1}{ds_1 ds_2} - \frac{1}{g_2}\frac{d_1 ds_2}{ds_1 ds_2} + \frac{d_1 d_2 \theta}{ds_1 ds_2}.$$

Nous obtiendrons une équation que nous pouvons mettre sous la forme :

$$\left[\frac{d\left(\frac{1}{g_1}\right)}{ds_2} - \frac{d\left(\frac{1}{g_2}\right)}{ds_1}\right]\sin\theta = \frac{\sin^2\theta}{R'R''} + \frac{1}{g_1^2} + \frac{1}{g_2^2} - \frac{2\cos\theta}{g_1 g_2}$$
$$+ \left(\frac{1}{g_1} - \frac{\cos\theta}{g_2}\right)\frac{d\theta}{ds_1} + \left(\frac{\cos\theta}{g_1} - \frac{1}{g_2}\right)\frac{d\theta}{ds_2} - \sin\theta\frac{d^2\theta}{ds_1 ds_2}.$$

Cette formule peut être regardée comme une généralisation de celle que l'on doit à M. Bonnet, dans le cas où les courbes sont orthogonales (**), et des théorèmes de M. Lamé, sur les variations des courbures des intersections de

(*) M. Catalan a démontré ce théorème, en 1848, pour un quadrilatère *de grandeur finie*, formé par deux génératrices rectilignes d'une surface gauche, et par deux trajectoires (Voir ses *Recherches sur les surfaces gauches*, p. 12).

(**) *Mém. cité*, p. 53.

surfaces se coupant à angle droit (*). On simplifie beaucoup la relation précédente lorsqu'on y suppose l'angle θ constant, ou $d\theta$ nul : elle devient alors l'équation suivante, qui constitue une belle propriété des trajectoires obliques sur une surface quelconque :

$$\left[\frac{d\left(\frac{1}{g_1}\right)}{ds_2} - \frac{d\left(\frac{1}{g_2}\right)}{ds_1}\right]\sin\theta = \frac{\sin^2\theta}{R'R''} + \frac{1}{g_1^2} + \frac{1}{g_2^2} - \frac{2\cos\theta}{g_1 g_2}.$$

Supposons que la surface, à laquelle appartiennent les lignes c_1 et c_2, se réduise à un plan : $\frac{1}{R'R''}$ devient nul, les courbures géodésiques $\frac{1}{g_1}$, $\frac{1}{g_2}$ des lignes coordonnées, se réduisent à leurs courbures simples, et l'on a

$$\left[\frac{d\left(\frac{1}{\rho_1}\right)}{ds_2} - \frac{d\left(\frac{1}{\rho_2}\right)}{ds_1}\right]\sin\theta = \frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{\rho_2^2} - \frac{2\cos\theta}{\rho_1\rho_2}.$$

Il est facile de mettre cette équation sous la forme suivante, en représentant par p la perpendiculaire abaissée du point d'intersection M des lignes c_1 et c_2, sur la droite qui joint leurs centres de courbure :

$$\frac{d\left(\frac{1}{\rho_1}\right)}{ds_2} - \frac{d\left(\frac{1}{\rho_2}\right)}{ds_1} = \frac{\sin\theta}{p^2}.$$

Ainsi, *les variations des courbures des trajectoires planes* c_1 *et* c_2 *en un même point, suivant leurs arcs réciproques, divisées par ces arcs infiniment petits, diffèrent d'une quantité égale au sinus de l'angle constant d'intersection, divisé par le carré de la distance de ce point à la droite qui joint les centres de courbure.*

Lorsque $\theta = \frac{\pi}{2}$, on retrouve une formule de M. Lamé. — Si les lignes c_2 se réduisent à des droites, on a simplement

$$\frac{d\rho_1}{ds_2} = -\frac{1}{\sin\theta},$$

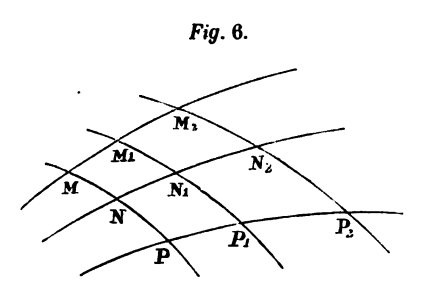
ce qui ramène à une proposition bien connue.

(*) *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, p. 81.

M. O. Bonnet a donné, dans son mémoire déjà cité (*), la condition à laquelle doivent satisfaire deux séries de lignes, se coupant orthogonalement sur une surface, pour que celle-ci soit décomposée en carrés infiniment petits.

Je vais chercher, au moyen des formules (15), à résoudre le problème correspondant pour deux séries de lignes c_1 et c_2, qui se coupent sous un angle variable quelconque (**).

Fig. 6.



Considérons les quadrilatères infiniment petits, formés par trois lignes consécutives de chacun des deux systèmes c_1 et c_2 (*fig.* 6). On peut toujours, en choisissant convenablement les paramètres des lignes coordonnées, satisfaire aux conditions

$$\mathrm{MM}_1 = \mathrm{MN}, \quad \mathrm{M}_1\mathrm{M}_2 = \mathrm{M}_1\mathrm{N}_1, \quad \mathrm{NN}_1 = \mathrm{NP},$$

ou, suivant les notations adoptées, à celles-ci :

$$ds_1 = ds_2, \quad ds_1 + d_1ds_1 = ds_2 + d_1ds_2, \quad ds_1 + d_2ds_1 = ds_2 + d_2ds_2.$$

Il suffit donc de s'assurer si $\mathrm{N}_1\mathrm{P}_1\mathrm{P}_2\mathrm{N}_2$ est un losange, ou si l'on a $\mathrm{N}_1\mathrm{N}_2 = \mathrm{N}_1\mathrm{P}_1$, c'est-à-dire

$$ds_1 + d_2ds_1 + d_1(ds_1 + d_2ds_1) = ds_2 + d_1ds_2 + d_2(ds_2 + d_1ds_2);$$

equation qui se réduit, en vertu des précédentes, à celle-ci :

$$d_1(d_2ds_1) = d_2(d_1ds_2).$$

Telle est la condition à laquelle doivent satisfaire les deux systèmes

(*) *Sur la théorie générale des surfaces*, p. 46.
(**) Ce qui suit, jusqu'au § VI, a été présenté à l'Académie, le 1er février 1868.

de lignes coordonnées. Elle peut d'ailleurs être remplacée par celle-ci :

$$(16) \quad \ldots\ldots\ldots \quad d_1\left(\frac{d_2ds_1}{ds_1ds_2}\right) - d_2\left(\frac{d_1ds_2}{ds_1ds_2}\right) = 0,$$

car les termes introduits par cette substitution, savoir

$$-d_2ds_1\frac{d_1(ds_1ds_2)}{ds_1^2ds_2^2} + d_1ds_2\frac{d_2(ds_1ds_2)}{ds_1^2ds_2^2},$$

se détruisent, à cause des relations

$$d_1(ds_1ds_2) = 2ds_1d_1ds_2, \qquad d_2(ds_1ds_2) = 2ds_1d_2ds_1.$$

Substituons maintenant, dans l'équation (16), à $\frac{d_1ds_2}{ds_1ds_2}$, $\frac{d_2ds_1}{ds_1ds_2}$, leurs valeurs (15), et divisons toute l'équation par $ds_1 = ds_2$, nous aurons la formule suivante :

$$(17). \quad \frac{d}{ds_2}\left[\frac{\frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2} - \cos\theta\left(\frac{1}{g_1} + \frac{d\theta}{ds_1}\right)}{\sin\theta}\right] + \frac{d}{ds_1}\left[\frac{\frac{1}{g_1} + \frac{d\theta}{ds_1} - \cos\theta\left(\frac{1}{g_2} - \frac{d\theta}{ds_2}\right)}{\sin\theta}\right] = 0.$$

Telle est l'équation qui exprime la condition générale, à laquelle satisfont deux systèmes de courbes quelconques tracées sur une surface, qui découpent cette surface en losanges infiniment petits.

L'égalité précédente prend une forme beaucoup plus simple lorsque l'angle θ est constant, ce qui annule $d_1\theta$, $d_2\theta$; elle se réduit alors à celle-ci :

$$\frac{d\left(\frac{1}{g_1}\right)}{ds_1} + \frac{d\left(\frac{1}{g_2}\right)}{ds_2} - \cos\theta\left[\frac{d\left(\frac{1}{g_2}\right)}{ds_1} + \frac{d\left(\frac{1}{g_1}\right)}{ds_2}\right] = 0.$$

Il en résulte le théorème suivant : *Pour que deux séries de lignes tracées sur une surface, et s'y coupant sous un angle constant θ, décomposent la surface en losanges infiniment petits, il faut que la somme des variations de leurs courbures géodésiques suivant leurs directions respectives, divisée par la somme des variations de ces mêmes courbures suivant leurs directions réciproques, donne un rapport constant, égal au cosinus de l'angle θ.*

Il suffit de faire dans cette équation $\theta = \frac{\pi}{2}$ ou $\cos\theta = o$, pour retrouver la formule de M. Bonnet,

$$\frac{d\left(\frac{1}{g_1}\right)}{ds_1} + \frac{d\left(\frac{1}{g_2}\right)}{ds_2} = o.$$

Si, au contraire, laissant l'angle θ quelconque, on introduit dans la formule (17) la condition que les lignes c_1 et c_2 soient géodésiques, on obtiendra la relation

$$\frac{d}{ds_1}\left[\frac{1}{\sin\theta}\left(\frac{d\theta}{ds_1} - \frac{d\sin\theta}{ds_2}\right)\right] - \frac{d}{ds_2}\left[\frac{1}{\sin\theta}\left(\frac{d\theta}{ds_2} + \frac{d.\sin\theta}{ds_1}\right)\right] = o.$$

§ VI.

Je me propose maintenant de montrer comment, à l'aide d'une analyse fort simple, on peut obtenir de nouvelles propriétés des systèmes de courbes décrites sur une surface; propriétés qui offrent de l'analogie avec les théorèmes de Gauss dont nous avons traité plus haut, et peuvent même servir à les établir.

Désignons par (α, β, γ), $(\alpha', \beta', \gamma')$, les cosinus des angles formés respectivement par les tangentes aux courbes c_1 et c_2, avec trois arcs rectangulaires. Nous aurons

$$d_1\alpha = \frac{\cos(\rho_1, X)}{\rho_1} ds_1, \quad d_2\alpha' = \frac{\cos(\rho_2, X)}{\rho_2} ds_2, \quad d_2\alpha = \frac{\cos(\delta_1, X)}{\delta_1} ds_2, \quad d_1\alpha' = \frac{\cos(\delta_2, X)}{\delta_2} ds_1,$$

et des formules semblables relativement aux axes des y et des z.

De là nous tirons

$$\left[\frac{\cos(\rho_1, \rho_2)}{\rho_1\rho_2} - \frac{\cos(\delta_1, \delta_2)}{\delta_1\delta_2}\right] ds_1 ds_2 = (d_1\alpha d_2\alpha' + \ldots) - (d_2\alpha d_1\alpha' + \ldots) = d_2(\alpha' d_1\alpha + \ldots)$$
$$- d_1(\alpha' d_2\alpha + \ldots.) = d_2\left[\frac{\cos(\rho_1, T_2)}{\rho_1} ds_1\right] - d_1\left[\frac{\cos(\delta_1, T_2)}{\delta_1} ds_2\right].$$



Mais on a immédiatement

$$\cos(\rho_1, T_2) = \cos(\rho_1, P) \sin\theta, \qquad \cos(\delta_1, T_2) = \cos(\delta_1, P) \sin\theta,$$

et, comme on l'a vu, $\frac{\cos(\rho_1, P)}{\rho_1}$, $\frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1}$, ne dépendent que des longueurs et des angles des lignes tracées sur la surface. On peut donc énoncer le théorème suivant :

Si l'on considère, sur une surface quelconque, deux systèmes de courbes quelconques, et si, en chaque point, on divise le cosinus de l'angle de leurs rayons de courbure par le produit de ces rayons, et le cosinus de l'angle de leurs rayons de déviation par le produit de ces rayons, la différence

$$\frac{\cos(\rho_1, \rho_2)}{\rho_1\rho_2} - \frac{\cos(\delta_1, \delta_2)}{\delta_1\delta_2}$$

de ces rapports reste invariable dans les déformations de la surface.

Il est bon de remarquer que, si les lignes c_1 et c_2 sont orthogonales, la différence ci-dessus se réduit à

$$\frac{\cos(\rho_1, N)}{\rho_1} \cdot \frac{\cos(\rho_2, N)}{\rho_2} - \frac{\cos(\delta_1, N)}{\delta_1} \cdot \frac{\cos(\delta_2, N)}{\delta_2},$$

qui n'est autre chose, d'après une formule donnée précédemment, que $\frac{1}{R'R''}$. Notre théorème renferme donc celui de Gauss sur l'invariabilité de la mesure de courbure.

Effectuons maintenant, dans la relation trouvée plus haut, la substitution des valeurs de $\frac{\cos(\rho_1, P)}{\rho_1}$ et $\frac{\cos(\delta_1, P)}{\delta_1}$. Il viendra

$$(18). \quad \left[\frac{\cos(\rho_1, \rho_2)}{\rho_1\rho_2} - \frac{\cos(\delta_1, \delta_2)}{\delta_1\delta_2}\right] ds_1 ds_2 = d_2\left(\frac{\sin\theta\, ds_1}{g_1}\right) - d_1\left(\frac{\sin\theta\, ds_2}{g_2}\right) + d_1 d_2 \cos\theta.$$

Appliquée aux lignes de courbure de la surface, pour lesquelles on voit immédiatement que $\frac{\cos(\rho_1, \rho_2)}{\rho_1\rho_2}$ est égal à $\frac{1}{R'R''}$, et $\cos(\delta_1, \delta_2)$ à zéro, cette équation se réduit à

$$\frac{ds_1 ds_2}{R'R''} = d_2\left(\frac{ds_1}{g_1}\right) - d_1\left(\frac{ds_2}{g_2}\right),$$

et l'on en tire facilement l'expression de la courbure totale d'une portion de surface limitée par une courbe fermée. En effet, décomposons la surface en rectangles infiniment petits, par ses lignes de courbure, et intégrons les deux membres de l'équation dans toute l'étendue de la portion de surface dont il s'agit. Nous aurons

$$\iint \frac{ds_1 ds_2}{R'R''} = \iint d_2\left(\frac{ds_1}{g_1}\right) - \iint d_1\left(\frac{ds_2}{g_2}\right).$$

On voit tout de suite, eu égard aux signes des éléments ds_1, ds_2, que le second membre n'est autre chose que l'intégrale

$$-\int\left(\frac{ds_1}{g_1} + \frac{ds_2}{g_2}\right)$$

étendue à tous les points de la courbe fermée. Or, nommons θ l'angle sous lequel cette courbe coupe les lignes c_1, et $\frac{ds}{g}$ son angle de contingence géodésique : nous aurons, d'après une formule connue (Voir *Note 1ère*),

$$d\theta - \frac{ds}{g} + \frac{ds_1}{g_1} + \frac{ds_2}{g_2} = o,$$

et, par suite,

$$\iint \frac{ds_1 ds_2}{R'R''} = \int d\theta - \int \frac{ds}{g} = 2\pi - \int \frac{ds}{g},$$

ce qui est la formule de M. Bonnet (*).

Considérons, en général, deux systèmes de courbes se coupant *sous un angle constant* θ; le second membre de l'équation (18) se réduit à

$$\sin\theta\left[d_2\left(\frac{ds_1}{g_1}\right) - d_1\left(\frac{ds_2}{g_2}\right)\right],$$

et il suffit de comparer cette expression à l'équation (8), pour voir que l'on a

$$\frac{\cos(\rho_1, \rho_2)}{\rho_1\rho_2} - \frac{\cos(\delta_1, \delta_2)}{\delta_1\delta_2} = \frac{\sin^2\theta}{R'R''}.$$

(*) *Mém. cité*, p. 131.

Donc : *Si l'on trace sur une surface un système de courbes quelconques, et leurs trajectoires sous un angle constant quelconque θ, et si, en chaque point, on divise le cosinus de l'angle de leurs rayons de courbure par le produit de ces rayons, et le cosinus de l'angle de leurs rayons de déviation par le produit de ces rayons, la différence de ces rapports égale la mesure de courbure de la surface au même point, multipliée par le carré du sinus de l'angle θ.*

Enfin, si nous appliquons l'équation (18) à un double système de lignes géodésiques de la surface, nous obtiendrons la relation très-simple

$$\left[\frac{\cos(\rho_1, \rho_2)}{\rho_1\rho_2} - \frac{\cos(\delta_1, \delta_2)}{\delta_1\delta_2}\right] ds_1 ds_2 = - d_1 d_2 \cos\theta.$$

Intégrons les deux membres de cette égalité dans toute l'étendue d'un quadrilatère ABCD, compris entre deux lignes du système c_1 et deux lignes du système c_2. Il viendra

$$\iint \frac{\cos(\rho_1, \rho_2)}{\rho_1\rho_2} ds_1 ds_2 - \iint \frac{\cos(\delta_1, \delta_2)}{\delta_1\delta_2} ds_1 ds_2 = -(\cos A + \cos B + \cos C + \cos D),$$

A, B, C, D, représentant les angles du quadrilatère. Cette relation nous offre un nouvel exemple d'une intégrale double, étendue à tous les éléments superficiels compris dans l'intérieur d'un contour fermé, et dont la valeur s'obtient sous une forme très-simple.

Si nous supposons qu'il s'agisse d'une surface réglée, et que l'on prenne pour lignes géodésiques c_1 les génératrices rectilignes, $\frac{1}{\rho_1}$ sera nul; donc

$$\iint \frac{\cos(\delta_1, \delta_2)}{\delta_1\delta_2} ds_1 ds_2 = \cos A + \cos B + \cos C + \cos D.$$

§ VII.

Les formules qui concernent la *déviation* vont nous conduire encore, par une voie simple et commode, à diverses relations remarquables, soit entre les variations de l'angle de deux normales infiniment voisines à une surface,



soit entre les variations des courbures normales et des torsions géodésiques des systèmes de courbes, que l'on peut tracer sur la surface (*).

Soit (N, X) l'angle que fait la normale extérieure à la surface, avec une direction invariable OX. On a toujours, pour des déplacements infiniment petits MM_1, MM_2, sur les lignes coordonnées,

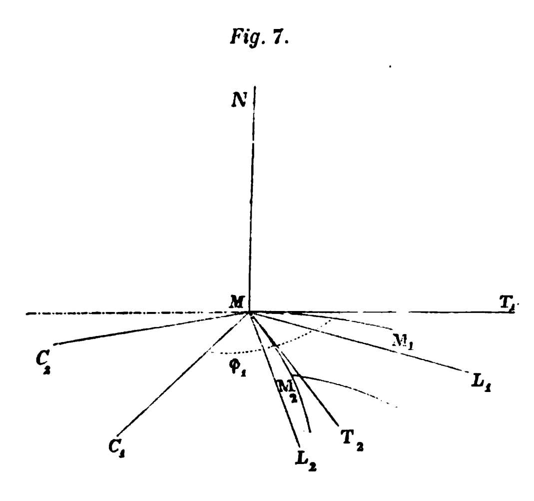


Fig. 7.

$$d_2 d_1 \cos(N, X) = d_1 d_2 \cos(N, X).$$

Or, si nous menons, dans le plan tangent, MC_1, tangente conjuguée de MT_1, et ML_1 perpendiculaire à MC_1 (*fig.* 7), en nous rappelant que le plan qui passe par la normale en M, et une parallèle à la normale en M_1, est perpendiculaire à MC_1 et coïncide avec le plan NML_1, nous aurons

$$d_1 \cos(N, X) = \frac{ds_1}{r_1} \cos(L_1, X).$$

De même, MC_2 étant la tangente conjuguée de MT_2, et ML_2 perpendiculaire à MC_2,

$$d_2 \cos(N, X) = \frac{ds_2}{r_2} \cos(L_2, X).$$

L'égalité ci-dessus devient donc

$$\cos(L_1, X)\, d_2\left(\frac{ds_1}{r_1}\right) + \frac{ds_1}{r_1} d_2 \cos(L_1, X) = \cos(L_2, X)\, d_1\left(\frac{ds_2}{r_2}\right) + \frac{ds_2}{r_2} d_1 \cos(L_2, X).$$

Pour exprimer $d_2 \cos(L_1, X)$, observons que si l'on mène en M_2 la tangente qui correspond, pour ce point, à la tangente ML_1 au point M (**),

(*) Ce paragraphe fait partie des recherches, présentées à l'Académie dans sa séance du 1er février.

(**) C'est-à-dire une perpendiculaire à la tangente conjuguée de la tangente en M_2 à la ligne c_1, qui passe au point M_2.

l'angle infiniment petit de ces deux droites, divisé par ds_2, mesurera la *déviation* $\frac{1}{\delta_1'}$ des tangentes ML_1 suivant la direction de la ligne c_2. Nous aurons, par suite,

$$d_2 \cos(L_1, X) = \frac{ds_2}{\delta_1'} \cos(\delta_1', X);$$

et semblablement, δ_2' étant le rayon de déviation des tangentes ML_2 suivant la ligne c_1,

$$d_1 \cos(L_2, X) = \frac{ds_1}{\delta_2'} \cos(\delta_2', X).$$

En substituant ces résultats dans notre équation, elle prend la forme

$$(19).\quad \cos(L_1, X)\, d_2\left(\frac{ds_1}{r_1}\right) - \cos(L_2, X)\, d_1\left(\frac{ds_2}{r_2}\right) = ds_1 ds_2\left[\frac{\cos(\delta_2', X)}{r_2\delta_2'} - \frac{\cos(\delta_1', X)}{r_1\delta_1'}\right],$$

dont nous allons déduire diverses conséquences. Mais, avant cela, rappelons d'abord que les angles (L_1, T_2), (L_2, T_1), formés respectivement par les tangentes ML_1, ML_2, avec les courbes c_2, c_1, ont pour valeurs

$$(L_1, T_2) = \frac{\pi}{2} - \varphi_1 + \theta, \qquad (L_2, T_1) = \varphi_2 - \frac{\pi}{2},$$

et que la formule (7) du § II, appliquée aux déviations $\frac{1}{\delta_1'}$, $\frac{1}{\delta_2'}$, donnera en conséquence

$$(20) \quad \left\{\begin{aligned} \frac{\cos(\delta_1', C_1)}{\delta_1'} &= \frac{1}{g_2} + \frac{d(\varphi_1 - \theta)}{ds_2}, \\ \frac{\cos(\delta_2', C_2)}{\delta_2'} &= \frac{1}{g_1} + \frac{d\varphi_2}{ds_1} \text{ (*)}. \end{aligned}\right.$$

1. Si l'on choisit, pour direction fixe OX, la normale au point M, $\cos(L_1, X)$, $\cos(L_2, X)$, sont nuls, et l'équation (19) se réduit à

$$\frac{\cos(\delta_1', N)}{r_1\delta_1'} = \frac{\cos(\delta_2', N)}{r_2\delta_2'},$$

(*) On doit remarquer que les rayons δ_1', δ_2', étant respectivement perpendiculaires à ML_1, ML_2, se projettent sur le plan tangent suivant les directions MC_1, MC_2, prolongées au besoin.



qu'il est facile de ramener à une identité, au moyen de la formule (4) du § II.

2. Supposons, en second lieu, que la direction invariable OX soit celle de la tangente ML_1, considérée au point M. Il faudra faire dans l'équation (19)

$$\cos(L_1, X) = 1, \quad \cos(L_2, X) = \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \cos\zeta,$$

$$\cos(\delta_1', X) = o, \quad \cos(\delta_2', X) = \cos(\delta_2', C_2) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} + \zeta\right),$$

et en remplaçant $\frac{\cos(\delta_2', C_2)}{\delta_2'}$ par sa valeur (20), on trouvera

$$d_2\left(\frac{ds_1}{r_1}\right) - \cos\zeta\, d_1\left(\frac{ds_2}{r_2}\right) = -\frac{\sin\zeta\, ds_1 ds_2}{r_2}\left(\frac{1}{g_1} + \frac{d\varphi_2}{ds_1}\right).$$

De même

$$\cos\zeta\, d_2\left(\frac{ds_1}{r_1}\right) - d_1\left(\frac{ds_2}{r_2}\right) = -\frac{\sin\zeta\, ds_1 ds_2}{r_1}\left[\frac{1}{g_2} + \frac{d(\varphi_1 - \theta)}{ds_2}\right],$$

cette seconde équation s'obtenant de la même manière, en prenant pour direction OX celle de la tangente ML_2.

Si l'on résout ces équations, on obtient les expressions suivantes, pour les variations, suivant les lignes c_2 et c_1, des *angles de flexion* qui correspondent aux directions MT_1, MT_2 :

$$\begin{cases} d_2\left(\dfrac{ds_1}{r_1}\right) = \dfrac{ds_1 ds_2}{\sin\zeta}\left[\dfrac{\cos\zeta}{r_1}\left(\dfrac{1}{g_2} + \dfrac{d\varphi_1 - d\theta}{ds_2}\right) - \dfrac{1}{r_2}\left(\dfrac{1}{g_1} + \dfrac{d\varphi_2}{ds_1}\right)\right], \\ d_1\left(\dfrac{ds_2}{r_2}\right) = \dfrac{ds_1 ds_2}{\sin\zeta}\left[\dfrac{1}{r_1}\left(\dfrac{1}{g_2} + \dfrac{d\varphi_1 - d\theta}{ds_2}\right) - \dfrac{\cos\zeta}{r_2}\left(\dfrac{1}{g_1} + \dfrac{d\varphi_2}{ds_1}\right)\right]. \end{cases}$$

3. Nous prendrons maintenant la tangente MT_1 pour la direction fixe OX. En conséquence, nous ferons dans l'équation (19)

$$\cos(L_1, X) = \cos\left(\varphi_1 - \frac{\pi}{2}\right) = \sin\varphi_1, \quad \cos(L_2, X) = \sin\varphi_2,$$

$$\cos(\delta_1', X) = \cos(\delta_1', C_1)\cos\varphi_1, \qquad \cos(\delta_2', X) = \cos(\delta_2', C_2)\cos\varphi_2;$$

puis nous substituerons à $\frac{\cos(\delta_1', C_1)}{\delta_1'}$, $\frac{\cos(\delta_2', C_2)}{\delta_2'}$, leurs valeurs (20). Nous aurons

$$\sin\varphi_1 d_2\left(\frac{ds_1}{r_1}\right) - \sin\varphi_2 d_1\left(\frac{ds_2}{r_2}\right) = ds_1 ds\left[\frac{\cos\varphi_2}{r_2}\left(\frac{1}{g_1} + \frac{d\varphi_2}{ds_1}\right) - \frac{\cos(\varphi_1 - \theta)}{r_1}\left(\frac{1}{g_2} + \frac{d(\varphi_1 - \theta)}{ds_2}\right)\right].$$

Si l'on avait fait coïncider la direction OX avec la tangente MT_2, on aurait trouvé, semblablement,

$$\sin(\varphi_1-\theta)\,d_2\left(\frac{ds_1}{r_1}\right)-\sin(\varphi_2-\theta)\,d_1\left(\frac{ds_2}{r_2}\right)=ds_1ds_2\left[\frac{\cos(\varphi_2-\theta)}{r_2}\left(\frac{1}{g_1}+\frac{d\varphi_2}{ds_2}\right)\right.$$
$$\left.-\frac{\cos(\varphi_1-\theta)}{r_1}\left(\frac{1}{g_2}+\frac{d(\varphi_1-\theta)}{ds_2}\right)\right].$$

Mais on voit sans peine que ces relations peuvent prendre la forme suivante :

$$\left\{\begin{array}{l} d_2\left(\dfrac{\sin\varphi_1\,ds_1}{r_1}\right)-d_1\left(\dfrac{\sin\varphi_2\,ds_2}{r_2}\right)=ds_1ds_2\left[\dfrac{\cos\varphi_2}{g_1r_2}-\dfrac{\cos\varphi_1}{r_1}\left(\dfrac{1}{g_2}-\dfrac{d\theta}{ds_2}\right)\right],\\ d_2\left[\dfrac{\sin(\varphi_1-\theta)\,ds_1}{r_1}\right]-d_1\left[\dfrac{\sin(\varphi_2-\theta)\,ds_2}{r_2}\right]=ds_1ds_2\left[\dfrac{\cos(\varphi_2-\theta)}{r_2}\left(\dfrac{1}{g_1}+\dfrac{d\theta}{ds_1}\right)-\dfrac{\cos(\varphi_1-\theta)}{g_2r_1}\right]. \end{array}\right.$$

Enfin, ces dernières elles-mêmes peuvent être transformées, si l'on y remplace $\frac{\sin\varphi_1}{r_1}$, $\frac{\sin\varphi_2}{r_2}$, etc., par les valeurs que fournissent nos équations (11). On parviendra ainsi aux formules intéressantes que voici :

$$(21)\left\{\begin{array}{l} d_2\left(\dfrac{ds_1}{R_1}\right)-d_1\left(\dfrac{\cos\theta\,ds_2}{R_2}\right)+d_1\left(\dfrac{\sin\theta\,ds_2}{\gamma_2}\right)=ds_1ds_2\left(\dfrac{1}{\gamma_1g_2}-\dfrac{\cos\theta}{g_1\gamma_2}-\dfrac{\sin\theta}{g_1R_2}-\dfrac{1}{\gamma_1}\dfrac{d\theta}{ds_2}\right),\\ d_2\left(\dfrac{\cos\theta\,ds_1}{R_1}\right)-d_1\left(\dfrac{ds_2}{R_2}\right)+d_2\left(\dfrac{\sin\theta\,ds_1}{\gamma_1}\right)=ds_1ds_2\left(\dfrac{\cos\theta}{\gamma_1g_2}-\dfrac{1}{g_1\gamma_2}-\dfrac{\sin\theta}{g_2R_1}-\dfrac{1}{\gamma_2}\dfrac{d\theta}{ds_1}\right). \end{array}\right.$$

Ces relations, d'une généralité remarquable, *ont lieu pour deux systèmes quelconques de lignes tracées sur une surface quelconque.*

Lorsque l'angle θ, sous lequel se coupent les lignes coordonnées, est constant, les équations (21) se simplifient, et deviennent

$$\left\{\begin{array}{l} d_2\left(\dfrac{ds_1}{R_1}\right)-\cos\theta\,d_1\left(\dfrac{ds_2}{R_2}\right)+\sin\theta\,d_1\left(\dfrac{ds_2}{\gamma_2}\right)=ds_1ds_2\left(\dfrac{1}{\gamma_1g_2}-\dfrac{\cos\theta}{g_1\gamma_2}-\dfrac{\sin\theta}{g_1R_2}\right),\\ \cos\theta\,d_2\left(\dfrac{ds_1}{R_1}\right)-d_1\left(\dfrac{ds_2}{R_2}\right)+\sin\theta\,d_2\left(\dfrac{ds_1}{\gamma_1}\right)=ds_1ds_2\left(\dfrac{\cos\theta}{\gamma_1g_2}-\dfrac{1}{g_1\gamma_2}-\dfrac{\sin\theta}{g_2R_1}\right). \end{array}\right.$$

Effectuons les différentiations indiquées dans les premiers membres, divi-

sons par ds_1, ds_2, et observons que, l'angle θ étant ici constant, les formules (15) (§ V) se réduisent à celles-ci :

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d_1 ds_2}{ds_1 ds_2} &= \frac{1}{\sin\theta}\left(\frac{1}{g_2} - \frac{\cos\theta}{g_1}\right), \\ \frac{d_2 ds_1}{ds_1 ds_2} &= \frac{1}{\sin\theta}\left(\frac{\cos\theta}{g_2} - \frac{1}{g_1}\right). \end{aligned}\right.$$

Nous aurons, toutes substitutions et réductions faites,

$$(22)\left\{\begin{aligned} \frac{d\left(\frac{1}{R_1}\right)}{ds_2} - \cos\theta\frac{d\left(\frac{1}{R_2}\right)}{ds_1} + \sin\theta\frac{d\left(\frac{1}{\gamma_2}\right)}{ds_1} &= \frac{1}{\sin\theta}\left(\frac{1}{g_1} - \frac{\cos\theta}{g_2}\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) + \frac{1}{g_2}\left(\frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2}\right), \\ \frac{d\left(\frac{1}{R_2}\right)}{ds_1} - \cos\theta\frac{d\left(\frac{1}{R_1}\right)}{ds_2} - \sin\theta\frac{d\left(\frac{1}{\gamma_1}\right)}{ds_2} &= \frac{1}{\sin\theta}\left(\frac{1}{g_2} - \frac{\cos\theta}{g_1}\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) - \frac{1}{g_1}\left(\frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2}\right). \end{aligned}\right.$$

Telles sont les relations qui ont lieu, lorsque les lignes coordonnées se coupent sous un angle constant quelconque, entre les variations de leurs courbures normales et de leurs torsions géodésiques.

Supposons enfin que l'angle θ soit droit : les équations (22) se réduisent à

$$(23) \quad \ldots\ldots \left\{\begin{aligned} \frac{d\left(\frac{1}{R_1}\right)}{ds_2} + \frac{d\left(\frac{1}{\gamma_2}\right)}{ds_1} &= \frac{1}{g_1}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) + \frac{1}{g_2}\left(\frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2}\right), \\ \frac{d\left(\frac{1}{R_2}\right)}{ds_1} - \frac{d\left(\frac{1}{\gamma_1}\right)}{ds_2} &= \frac{1}{g_2}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) - \frac{1}{g_1}\left(\frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2}\right), \end{aligned}\right.$$

formules remarquables, qui s'appliquent *à deux systèmes quelconques de courbes orthogonales*. Elles constituent une généralisation de celles qu'a données M. Picart (*), pour le cas où les lignes orthogonales coïncident avec les lignes de courbure de la surface, et qui renferment elles-mêmes les formules de M. Lamé, relatives aux intersections des surfaces orthogonales (**).

(*) *Théorie géométrique des surfaces*, p. 27.
(**) *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, p. 80.

Nous pouvons encore donner une autre forme, assez curieuse, aux équations (23), en appelant α l'angle compris entre la tangente MT_1 et la section principale de rayon R', et écrivant les relations bien connues

$$\frac{1}{R_1} = \frac{\cos^2\alpha}{R'} + \frac{\sin^2\alpha}{R''}, \quad \frac{1}{R_2} = \frac{\sin^2\alpha}{R'} + \frac{\cos^2\alpha}{R''},$$

$$\frac{1}{\gamma_1} = -\frac{1}{\gamma_2} = \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''}\right)\sin\alpha\cos\alpha.$$

Nous tirons de là

$$\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} = \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''}\right)\cos 2\alpha, \quad \frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2} = \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''}\right)\sin 2\alpha,$$

et, par suite, en substituant dans les équations (23),

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d\left(\frac{1}{R_1}\right)}{ds_2} + \frac{d\left(\frac{1}{\gamma_2}\right)}{ds_1} &= \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''}\right)\left(\frac{\cos 2\alpha}{g_1} + \frac{\sin 2\alpha}{g_2}\right), \\ \frac{d\left(\frac{1}{R_2}\right)}{ds_1} - \frac{d\left(\frac{1}{\gamma_1}\right)}{ds_2} &= \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''}\right)\left(\frac{\cos 2\alpha}{g_2} - \frac{\sin 2\alpha}{g_1}\right). \end{aligned}\right.$$

Considérons maintenant quelques cas particuliers remarquables.

1° On peut prendre pour lignes orthogonales les deux systèmes de lignes de courbure de la surface. Cela revient à faire, dans les équations (21),

$$\theta = \frac{\pi}{2}, \quad \gamma_1 = 0, \quad \gamma_2 = 0, \quad R_1 = R', \quad R_2 = R''.$$

Il vient

$$\left\{\begin{aligned} d_2\left(\frac{ds_1}{R'}\right) &= -\frac{ds_1 ds_2}{g_1 R''}, \\ d_1\left(\frac{ds_2}{R''}\right) &= \frac{ds_1 ds_2}{g_2 R'}, \end{aligned}\right.$$

ou, plus simplement encore, si l'on tient compte des relations

$$\frac{d_2\, ds_1}{ds_1 ds_2} = -\frac{1}{g_1}, \quad \frac{d_1\, ds_2}{ds_1 ds_2} = \frac{1}{g_2},$$

qui ont lieu pour deux systèmes de lignes orthogonales, et si l'on élimine g_1 et g_2,

$$\left\{\begin{aligned} d_2\left(\frac{ds_1}{R'}\right) &= \frac{d_2 ds_1}{R''},\\ d_1\left(\frac{ds_2}{R''}\right) &= \frac{d_1 ds_2}{R'}. \end{aligned}\right.$$

En appliquant de même les équations (23) aux lignes de courbure de la surface, on obtient immédiatement les relations suivantes, qui sont d'ailleurs équivalentes à celles que nous venons d'écrire :

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d\left(\frac{1}{R'}\right)}{ds_2} &= \frac{1}{g_1}\left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''}\right),\\ \frac{d\left(\frac{1}{R''}\right)}{ds_1} &= \frac{1}{g_2}\left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''}\right). \end{aligned}\right.$$

Ce sont les formules de M. Picart, dont j'ai parlé plus haut, et qui sont, on le voit, un cas très-particulier des équations générales (21).

2° Supposons, en second lieu, que les lignes c_1 soient un système de lignes géodésiques, et les lignes c_2 leurs trajectoires orthogonales : nous pourrons, dans les équations (23), remplacer R_1 par le rayon de courbure ρ_1 de la ligne c_1, et $\frac{1}{\gamma_1}, -\frac{1}{\gamma_2}$, par la torsion simple $\frac{1}{\tau_1}$ de cette même courbe. Nous obtiendrons ainsi, $\frac{1}{g_1}$ étant nul,

$$(24) \quad \ldots\ldots\ldots \left\{\begin{aligned} \frac{d\left(\frac{1}{\rho_1}\right)}{ds_2} - \frac{d\left(\frac{1}{\tau_1}\right)}{ds_1} &= \frac{2}{g_2\tau_1},\\ \frac{d\left(\frac{1}{R_2}\right)}{ds_1} - \frac{d\left(\frac{1}{\tau_1}\right)}{ds_2} &= \frac{1}{g_2}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{R_2}\right). \end{aligned}\right.$$

La première de ces deux équations donne lieu à un énoncé assez simple, qui est celui-ci : *Considérons sur une surface un système quelconque de lignes géodésiques, et leurs trajectoires orthogonales. En chaque point, les*

variations de la première et de la seconde courbure d'une géodésique, respectivement suivant sa trajectoire et suivant elle-même, divisées par les déplacements correspondants, diffèrent d'une quantité égale au double produit de la torsion de la géodésique, par la courbure géodésique de sa trajectoire.

Considérons encore, sur une surface développable, deux séries de lignes géodésiques se coupant orthogonalement, ce qui peut avoir lieu d'une infinité de manières. Les équations (24) se réduisent alors, à cause de $\frac{1}{g_2} = o$ et de $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{\rho_2}$, à

$$\frac{d\left(\frac{1}{\rho_1}\right)}{ds_2} - \frac{d\left(\frac{1}{\tau_1}\right)}{ds_1} = o, \quad \frac{d\left(\frac{1}{\rho_2}\right)}{ds_1} - \frac{d\left(\frac{1}{\tau_1}\right)}{ds_2} = o.$$

Les variations des deux courbures sont donc ici égales pour des déplacements égaux. Comme d'ailleurs on a

$$d_2 d_1 \left(\frac{1}{\tau_1}\right) = d_1 d_2 \left(\frac{1}{\tau_1}\right),$$

$$d_2 ds_1 = o, \quad d_1 ds_2 = o,$$

les deux équations précédentes conduisent à celle-ci

$$\frac{d}{ds_2}\left[\frac{d\left(\frac{1}{\rho_1}\right)}{ds_2}\right] = \frac{d}{ds_1}\left[\frac{d\left(\frac{1}{\rho_2}\right)}{ds_1}\right],$$

qui constitue une propriété curieuse des lignes géodésiques orthogonales, sur une surface développable.

§ VII.

Nous avons, au § III, déduit les théorèmes relatifs à la courbure totale des polygones, tracés sur une surface quelconque, de la formule (8), qui donne l'expression de la mesure de courbure, en fonction des courbures

géodésiques des lignes coordonnées c_1 et c_2. Mais on peut aussi, comme l'a montré M. Bertrand (*), procéder dans un ordre inverse, c'est-à-dire établir, par des considérations directes, les théorèmes de Gauss et de M. Bonnet sur la courbure totale, et en déduire les formules qui expriment le rapport $\frac{1}{R'R''}$, la variation de l'angle θ, etc. La démonstration de M. Bertrand est vraiment ingénieuse, mais peut-être a-t-elle le défaut d'être assez difficile à suivre sans le secours d'une figure en relief. Je me propose ici de parvenir directement au théorème général de M. Bonnet par une voie géométrique bien simple, qui n'offre pas, je crois, le même inconvénient.

J'établirai ou rappellerai d'abord quelques lemmes.

I. *Si, en chaque point d'une courbe fermée décrite sur la sphère, on lui mène un arc de grand cercle tangent, d'une longueur égale à un quadrant, le lieu des extrémités de ces arcs partage la surface sphérique en deux parties équivalentes :* théorème de M. Bonnet, susceptible d'une démonstration très-simple. Lorsque le rayon de la sphère est égal à l'unité, la portion de surface sphérique limitée par le lieu dont il s'agit a pour expression 2π.

II. Une courbe quelconque étant tracée sur une surface, si l'on circonscrit à celle-ci une développable suivant cette courbe, et que l'on planifie ensuite la développable, la transformée plane d'un arc quelconque C de la courbe aura une courbure *totale*, égale à l'*intégrale* de l'angle de contingence géodésique de la courbe même, étendue à tous les éléments de l'arc C. Pour abréger, appelons cette intégrale la *courbure géodésique totale* de l'arc C. On sait d'ailleurs qu'en chaque point de l'arc C, la génératrice de la développable circonscrite coïncide avec la conjuguée de la tangente à la courbe.

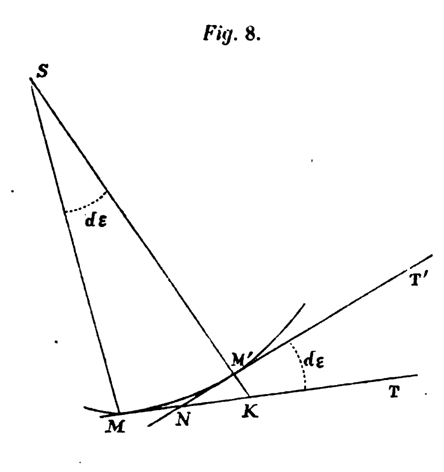
III. Désignons par φ l'angle compris entre la tangente à la courbe et sa conjuguée; par $d\varepsilon$ l'angle de contingence géodésique de cette courbe; par $d\zeta$ l'angle de deux génératrices infiniment voisines de la développable circonscrite. Nous aurons

$$d\varphi = d\zeta - d\varepsilon.$$

Supposons en effet la développable planifiée : soient (*fig.* 8) M, M' deux points infiniment voisins sur la transformée; MT, M'T' les tangentes en ces

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLII, p. 1088.





points; MS, M′S′ les génératrices correspondantes. On a

$$SMT = \varphi,\quad SM'T' = \varphi + d\varphi,\quad MSM' = d\zeta,\quad TNT' = d\varepsilon,$$

et la seule inspection de la figure suffit pour vérifier l'équation (*).

Si la courbe proposée est fermée, l'angle φ reprenant la même valeur lorsque l'on revient au point d'où l'on est parti, $\int d\varphi$ est nul, et il vient

$$\int d\varepsilon = \int d\zeta,$$

les intégrales s'étendant à tous les éléments de la courbe fermée.

IV. On décrit sur une surface une courbe fermée C; on la reporte sur une autre surface, de telle manière qu'aux points correspondants les normales soient respectivement parallèles (comme Gauss l'a indiqué pour la sphère) : *la courbure géodésique totale de la courbe ainsi obtenue* C′ (supposée fermée comme la première), *est égale à celle de la courbe primitive* C. En effet, en désignant par $d\zeta'$, $d\varepsilon'$, dans la transformée C′, ce que l'on a nommé $d\zeta$ et $d\varepsilon$ dans la proposée, on aura comme ci-dessus

$$\int d\varepsilon' = \int d\zeta'.$$

Mais les plans tangents aux points correspondants des lignes C et C′ étant parallèles, les génératrices correspondantes des développables circonscrites aux deux surfaces suivant ces courbes, le sont aussi; $d\zeta$ et $d\zeta'$ sont donc égaux, d'où

$$\int d\varepsilon = \int d\varepsilon'. \qquad \text{(C. Q. F. D.)}$$

Tout cela étant admis, concevons que la surface, sur laquelle on reporte

(*) Pour la généralité de cette formule, les génératrices seront menées, à partir de la courbe, dans un sens déterminé par rapport au sens dans lequel on parcourt celle-ci; $d\varepsilon$ sera *négatif* si les tangentes MT, M′T′ se coupent du côté de la courbe où l'on a mené les génératrices, *positif* dans le cas contraire; $d\zeta$ changera aussi de signe lorsque le point de rencontre S passera de l'autre côté de la courbe MM′.

la courbe fermée C, soit une sphère de rayon égal à l'unité : l'aire Σ comprise dans l'intérieur de la transformée C′, est ce que Gauss nomme la *courbure totale* de la portion de surface limitée par la courbe C. Traçons sur la sphère la ligne S, lieu des extrémités des arcs de grand cercle tangents à la transformée C′, et égaux à un quadrant. Le demi-fuseau compris entre deux de ces grands cercles infiniment voisins, qui font entre eux l'angle $d\varepsilon'$, et la courbe S, a évidemment pour mesure $d\varepsilon'$, et l'on a, en vertu du *lemme* I, l'égalité

$$\Sigma + \int d\varepsilon' = 2\pi,$$

d'où, par le *lemme* IV,

$$\Sigma = 2\pi - \int d\varepsilon;$$

c'est-à-dire que *la courbure totale de la portion de surface comprise dans une courbe fermée* C, *égale la demi-surface sphérique, moins la courbure géodésique totale de la courbe proposée* C.

Considérons maintenant sur une surface un polygone ABCD... formé d'arcs de courbes quelconques, et soit n le nombre de ses côtés. Remplaçant d'abord les sommets du polygone par des arcs de courbe infiniment petits, et appliquant le théorème précédent; puis, observant que les courbures géodésiques totales des arcs substitués aux sommets A, B, C,... ont évidemment pour limites respectives $\pi - A$, $\pi - B$, $\pi - C$,..., nous obtenons

$$\Sigma = A + B + C + \ldots - (n-2)\pi - \int \frac{ds}{g};$$

$\int \frac{ds}{g}$ désignant la somme des courbures géodésiques totales des arcs AB, BC, CD,..... C'est le théorème général de M. Bonnet (*); si les côtés du polygone sont des lignes géodésiques, $\int \frac{ds}{g}$ se réduit à zéro, et l'on a le théorème de Gauss.

Il serait d'ailleurs très-facile, si l'on n'avait en vue que ce dernier théorème, de simplifier encore la démonstration qui précède, en la dégageant de la notion de la courbure géodésique.

Corollaires. 1° Soient AB un arc de courbe quelconque de longueur finie; φ', φ'' les angles que forment les tangentes aux extrémités de cet arc avec leurs conjuguées respectives; on a évidemment, par le *lemme* III,

$$\varphi'' - \varphi' = \int d\zeta - \int d\varepsilon,$$

(*) *Mém. cité*, p. 131.

les intégrales s'étendant à l'arc AB tout entier. D'autre part, si l'on reporte cette courbe sur la sphère, et que l'on applique la même équation à la transformée de l'arc AB, en observant que sur la sphère $d\varphi$ est nul, parce que deux tangentes conjuguées se coupent toujours à angle droit, on obtiendra

$$\int d\zeta' - \int d\varepsilon' = o;$$

et, à cause de la relation $d\zeta = d\zeta'$,

$$\varphi'' - \varphi' = \int d\varepsilon' - \int d\varepsilon.$$

On a donc ce théorème : *Une courbe quelconque étant tracée sur une surface, l'angle compris entre la tangente à cette courbe et sa conjuguée varie, quand on passe d'un point* A *à un autre point quelconque* B *sur la courbe, d'une quantité égale à la différence entre la courbure géodésique totale de l'arc* AB, *et celle de son correspondant sur la sphère.*

Si la courbe proposée était une ligne de courbure, l'angle φ serait constant, et $\varphi'' - \varphi'$ serait nul; donc, dans une telle ligne, un arc de longueur quelconque a toujours même courbure géodésique totale, que son correspondant sur la sphère.

On verrait facilement, par des considérations analogues, que quand une surface développable est circonscrite à deux surfaces données, suivant deux courbes fermées, les courbures géodésiques totales des courbes de contact, sur leurs surfaces respectives, sont égales entre elles.

2° Reprenons l'expression de la courbure totale d'une portion de surface terminée par un contour fermé, telle qu'on l'obtient immédiatement, savoir :

$$\Sigma = 2\pi - \int d\varepsilon'.$$

Appliquons-la à un triangle ABC formé d'arcs de courbes quelconques. Soient A'B'C' son correspondant sur la sphère, $\int \frac{ds'}{g'}$ la somme des courbures géodésiques totales des côtés du triangle A'B'C'; nous aurons, en raisonnant comme ci-dessus,

$$\Sigma = A' + B' + C' - \pi - \int \frac{ds'}{g'}.$$

Remarquons maintenant qu'il résulte, du mode de construction même du triangle $A'B'C'$, que l'angle A' est égal à l'angle compris entre les deux plans menés, par la normale en A à la surface proposée, parallèlement aux normales en deux points infiniment voisins de A, pris respectivement sur les côtés AB, AC. L'angle A' est donc égal à l'angle A_1, compris entre les conjuguées respectives des tangentes aux deux côtés de l'angle A, menées du point A, dans le même sens à partir de ces tangentes (*). Pour abréger, nous dirons que A_1 est le *conjugué* de l'angle A. Désignons aussi par B_1, C_1, les conjugués respectifs des angles B et C, déterminés de la même manière, et nous aurons

$$A' = A_1, \qquad B' = B_1, \qquad C' = C_1,$$

$$\Sigma = A_1 + B_1 + C_1 - \pi - \int \frac{ds'}{g'}.$$

On peut donc, dans l'expression de la courbure totale d'un triangle ABC, *donnée par M. Bonnet, remplacer les courbures géodésiques totales des côtés du triangle par celles de leurs correspondants sur la sphère, pourvu que l'on remplace en même temps les angles du triangle* ABC *par leurs conjugués.*

Dans certains cas, où $\int \frac{ds'}{g'}$ s'exprime assez simplement, on tire de là des théorèmes analogues à celui de Gauss.

En premier lieu, supposons que les côtés du triangle ABC appartiennent aux courbes de contact de trois cylindres, circonscrits à la surface que l'on considère. Les normales à la surface, menées par les différents points d'un même côté du triangle, sont parallèles à un même plan, donc les rayons de la sphère qui leur sont parallèles tombent dans un même plan; le triangle transformé $A'B'C'$ est composé d'arcs de grands cercles, et l'on a

$$\int \frac{ds'}{g'} = 0, \qquad \Sigma = A_1 + B_1 + C_1 - \pi.$$

(*) De cette remarque, combinée avec notre équation (3), on déduit sans peine que le rapport de la courbure totale d'un élément de surface, à l'aire de cet élément, est égal à $\frac{1}{R'R''}$. Réciproquement, ce dernier théorème fournit une démonstration géométrique très-simple de la formule (3).



Ainsi, lorsque *les courbes de contact de trois cylindres circonscrits à une même surface se coupent, de manière à former un triangle, l'intégrale* $\iint \frac{d\sigma}{R'R''}$ (où $d\sigma$ désigne l'élément de surface), *étendue à tous les éléments de la surface du triangle* ABC, *est égale à l'excès de la somme des conjugués des angles du triangle, sur deux angles droits.*

Cela s'applique, par exemple, aux triangles formés sur la surface d'un ellipsoïde par des sections diamétrales. Si l'on admet en outre que ces sections diamétrales soient conjuguées, on trouvera sans peine

$$A_1 = \pi - A, \quad B_1 = \pi - B, \quad C_1 = \pi - C,$$

d'où

$$\Sigma = 2\pi - (A + B + C).$$

Ainsi l'*intégrale* $\iint \frac{d\sigma}{R'R''}$, *étendue à tous les éléments de la surface du triangle formé, sur un ellipsoïde, par trois sections diamétrales conjuguées quelconques, a pour valeur la demi-surface sphérique, moins la somme des angles du triangle.*

Considérons encore le cas où les normales à la surface, menées aux différents points d'un même côté du triangle ABC, feraient un angle constant avec une direction donnée. Le côté AB aurait pour transformé, sur la sphère, un arc de petit cercle $A'B'$, dont la courbure géodésique totale serait égale à l'angle des génératrices extrêmes du cône circonscrit à la sphère suivant $A'B'$, après le développement du cône. Soient donc λ l'inclinaison de la normale en un point de AB sur la direction fixe, θ l'angle au centre qui répond, dans le petit cercle, à l'arc $A'B'$; $\theta \cos\lambda$ sera la courbure géodésique totale de l'arc $A'B'$. D'un autre côté, N étant l'angle compris entre les normales à la surface, menées par les points A et B, nous avons

$$\cos N = \cos^2\lambda + \sin^2\lambda \cos\theta,$$

d'où

$$1 - \cos N = (1 - \cos\theta)\sin^2\lambda,$$

ou bien

$$\sin^2\frac{N}{2} = \sin^2\frac{\theta}{2} \cdot \sin^2\lambda.$$

Donc enfin

$$\theta = 2 \arcsin\left(\frac{\sin\frac{N}{2}}{\sin\lambda}\right).$$

Si l'on désigne de même par λ', λ'' les angles constants que fait la normale à la surface, en un point de BC et de CA respectivement, avec deux directions fixes données; par N′, N″ les angles compris entre les normales aux points B et C d'une part, aux points C et A de l'autre, on a

$$\Sigma = A_1 + B_1 + C_1 - \pi - 2\cos\lambda \,.\, \text{arc sin}\left(\frac{\sin\frac{1}{2}N}{\sin\lambda}\right) - 2\cos\lambda' \,.\, \text{arc sin}\left(\frac{\sin\frac{1}{2}N'}{\sin\lambda'}\right) - 2\cos\lambda'' \,.\, \text{arc sin}\left(\frac{\sin\frac{1}{2}N''}{\sin\lambda''}\right).$$

La courbure totale du triangle ABC se trouve ainsi exprimée en fonction de divers angles, que l'on peut évaluer au moyen d'opérations effectuées aux sommets mêmes du triangle.

Si les côtés du triangle sont assez petits pour que l'on puisse regarder N, N′, N″ comme des quantités du premier ordre, et remplacer ces angles par leurs sinus, la formule précédente se réduit à celle-ci :

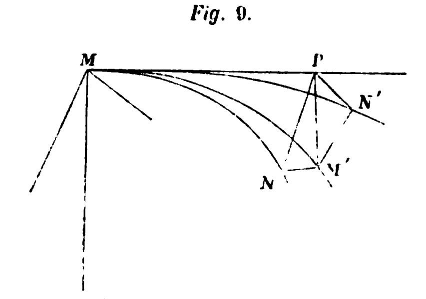
$$\Sigma = A_1 + B_1 + C_1 - \pi - (N\cot\lambda + N'\cot\lambda' + N''\cot\lambda'').$$

§ VIII.

SUR UNE GÉNÉRALISATION DU THÉORÈME DE HACHETTE.

LEMME. *Lorsque plusieurs courbes touchent en* M (*fig.* 9) *une même droite* MP, *leurs rayons inverses de courbure, au point* M, *sont respectivement parallèles et proportionnels aux perpendiculaires* PN, PN′,... *élevées sur la tangente* MP, *à une distance infiniment petite du point* M, *et terminées à ces courbes.*

Fig. 9.



On appelle *rayon* et *centre inverse de courbure* d'une ligne en un point, ce que devien-

nent le rayon et le centre de courbure qui correspondent à ce point, lorsque l'on remplace la longueur ρ du premier, par $\frac{1}{\rho}$. Or, on sait que le rayon de courbure d'une courbe MN est égal, en négligeant une quantité infiniment petite, à $\frac{MP^2}{2PN}$, et qu'il est parallèle à PN. La même construction s'appliquant aux courbes MN',..., il est visible que les courbures sont proportionnelles à PN, PN',..., et le lemme est démontré.

Cela posé, soient S et S' deux surfaces qui se coupent suivant une ligne MM' (*fig.* 9); MP la tangente en un point M de cette ligne; MN, MN' les intersections respectives des surfaces S et S' par deux plans quelconques, passant par la tangente MP. Menons par le point P un plan normal à MP, et coupant en M', N et N' les trois courbes dont il s'agit. PM', PN, PN' sont respectivement parallèles et proportionnels aux rayons inverses de courbure des lignes MM', MN, MN'; et les droites NM', N'M', situées dans un plan normal à MP, sont en outre, à la limite, respectivement parallèles aux plans tangents, en M, aux surfaces S et S'.

De là résulte immédiatement ce théorème : *Si par la tangente à l'intersection de deux surfaces, en un point* M, *on mène deux plans arbitraires, et que par les centres inverses de courbure des sections qu'ils font respectivement dans ces deux surfaces, on tire, dans le plan normal en* M, *deux droites parallèles aux plans tangents respectifs de ces surfaces, ces deux droites vont se couper au centre inverse de courbure de l'intersection.*

Il suffira donc de joindre ce point d'intersection au point M, pour obtenir le rayon inverse de courbure de MM'.

Quand les deux plans menés par la tangente MP coïncident avec les plans tangents aux surfaces S et S', on retombe sur le théorème de Hachette. Il est bon de remarquer que le *lemme* ci-dessus fournit aussi une démonstration très-simple du théorème de Meusnier.

On peut encore concevoir que les deux plans, menés par la tangente MP, se confondent en un seul : MN, MN' sont alors les sections des surfaces S et S' par un plan, mené arbitrairement par la tangente MP, et la construction précédente ne cesse pas d'être exacte. Donc *si l'on mène, par la tangente en un point* M *de l'intersection de deux surfaces* S *et* S', *un plan quelconque, et par les centres inverses de courbure des sections qu'il détermine*

dans les deux surfaces, des droites respectivement parallèles aux plans tangents en M à ces surfaces, dans le plan normal à l'intersection, ces droites vont se couper au centre inverse de courbure de cette intersection.

Il est facile de déduire de là la relation suivante, entre les rayons de courbure ρ_1 et ρ_2 des sections faites par le plan dans les surfaces S et S', le rayon de courbure ρ de l'intersection, les angles α_1 et α_2 du plan sécant avec les plans tangents à S et S' (ceux-ci étant prolongés dans le sens où ils font des angles aigus avec les rayons ρ_1 et ρ_2), et l'angle θ compris entre ces derniers plans :

$$\frac{\sin^2\theta}{\rho^2} = \frac{\sin^2\alpha_1}{\rho_1^2} + \frac{\sin^2\alpha_2}{\rho_2^2} - \frac{2\sin\alpha_1}{\rho_1} \cdot \frac{\sin\alpha_2}{\rho_2}\cos\theta.$$

Le théorème de Meusnier correspond au cas particulier où la surface S' est un plan *oblique*, passant par une tangente à la surface S, et où le plan arbitraire est mené normalement à la surface, par la même tangente.

Observons que θ et ρ sont indépendants de la direction du plan sécant. Donc, *la quantité*

$$\frac{\sin^2\alpha_1}{\rho_1^2} + \frac{\sin^2\alpha_2}{\rho_2^2} - \frac{2\sin\alpha_1 \sin\alpha_2 \cos\theta}{\rho_1 \rho_2}$$

reste constante, pour toutes les directions du plan sécant.

Lorsque les deux surfaces proposées S et S' se coupent à angle droit, θ est égal à $\frac{\pi}{2}$, et l'équation ci-dessus se réduit à

$$\frac{1}{\rho^2} = \frac{\sin^2\alpha_1}{\rho_1^2} + \frac{\cos^2\alpha_1}{\rho_2^2},$$

formule curieuse par sa ressemblance avec l'expression du carré de la flexion d'une surface (§ I).

Il est à peine nécessaire de faire remarquer que le second théorème énoncé plus haut peut être généralisé comme il suit : si, au lieu de couper les surfaces S et S' par un plan, passant par la tangente MP, on les coupe par une surface S'', tangente en M à cette droite, le rayon inverse de courbure de l'intersection des surfaces S et S' se construira, au moyen de ceux des sections faites par S'' dans ces surfaces, par la construction indiquée. La démonstration se ferait de la même manière.



NOTES.

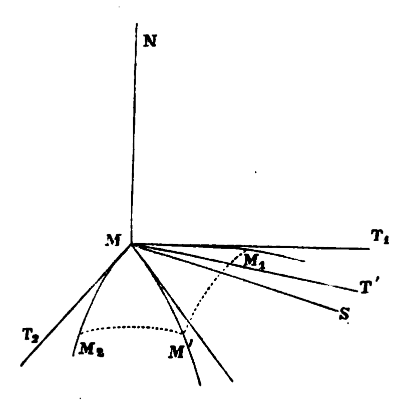
NOTE I (PAGE 23).

La formule

$$d\theta - \frac{ds}{g} + \frac{ds_1}{g_1} + \frac{ds_2}{g_2} = o,$$

qui est due à M. Bonnet, se déduit facilement de l'équation (7) du § II. Considérons les lignes c_1 et c_2 comme formant un système orthogonal, et soit $MM' = ds$ (*fig.* 10) l'élément d'une courbe qui coupe sous l'angle variable θ les lignes c_1. Menons les lignes coordonnées $M'M_1$ et $M'M_2$ qui passent par le point M'; et soient MT', MS des parallèles aux tangentes, en M_1 et M', aux lignes c_1 correspondantes, projetées sur le plan tangent en M. Nous aurons, en conservant nos conventions sur les signes des angles

Fig. 10.



$$T_1T' + T'S - ST_1 = o.$$

Or, T_1T' est égal à $\frac{ds_1}{g_1}$; $T'S$ peut être regardé comme égal à l'angle de contingence de l'arc M_1M' projeté sur le plan tangent en M, et ne diffère conséquemment de $\frac{ds_2}{g_2}$ que par un infiniment petit du second ordre. Enfin, si δ_1 est le rayon de déviation de la courbe c_1 suivant la direction MM', ST_1 a pour expression

$$\frac{ds}{\delta_1} \cdot \cos(\delta_1 T_2);$$

donc

$$\frac{ds_1}{g_1} + \frac{ds_2}{g_2} - \frac{\cos(\delta_1, T_2)}{\delta_1} ds = o.$$

Mais, soit $\frac{1}{g}$ la courbure géodésique de la courbe MM' : la formule (7) nous donne

$$\frac{\cos(\delta_1, T_2)}{\delta_1} = \frac{1}{g} - \frac{d\theta}{ds},$$

et en substituant cette valeur dans l'équation précédente, on a la relation cherchée.

NOTE II.

L'équation

$$\frac{1}{r_1^2} = \frac{\cos^2\alpha}{R'^2} + \frac{\sin^2\alpha}{R''^2},$$

du § I fait voir que si, à partir d'un point d'une surface, on porte sur les tangentes aux sections principales, des longueurs égales aux rayons de courbure correspondants R′ et R″, et si l'on construit sur ces longueurs comme demi-axes une ellipse, *le rayon vecteur de cette ellipse suivant une direction quelconque est égal à* r_1, *et mesure la flexion de la surface suivant cette direction.*

M. Lamarle, qui avait déjà rencontré cette ellipse, sous un autre point de vue, dans ces études sur les surfaces (*Exposé géométrique du calcul différentiel*), a proposé de l'appeler *seconde indicatrice :* elle dérive en effet de l'indicatrice, en remplaçant les axes de celle-ci par leurs carrés. La propriété dont elle jouit, relativement à la flexion, montre de nouveau son utilité dans la théorie des surfaces.

Mais mon but, ici, est simplement de déduire des relations qui existent entre les deux indicatrices et des théorèmes sur la *flexion* établis dans le Mémoire qui précède, quelques propriétés curieuses des sections coniques.

Remarquons, d'abord, que les rayons R′ et R″ peuvent avoir des grandeurs quelconques, et supposons qu'ils soient positifs.

Étant donnée une ellipse E, *construisons une seconde ellipse* E′ *dont les axes aient les mêmes directions que ceux de l'ellipse* E, *et soient respectivement moyens proportionnels entre ceux-ci et une longueur donnée :*

I. *Le parallélogramme construit sur deux diamètres quelconques de l'ellipse* E *est équivalent au parallélogramme construit sur les axes de cette ellipse, assemblés sous un angle égal à celui que forment, dans l'ellipse* E′, *les conjugués respectifs de ces deux diamètres.*

Ce théorème résulte de l'équation

$$r_1 r_2 \sin\theta = R'R'' \sin\zeta \quad (\S\ I),$$

en remarquant que si θ est l'angle des demi-diamètres r_1 et r_2 dans la seconde indicatrice, ζ est celui de leurs conjugués dans la première indicatrice. C'est une généralisation d'une propriété connue de l'ellipse, car

II. *Lorsque deux diamètres sont conjugués dans l'ellipse* E, *leurs conjugués respectifs dans l'ellipse* E′ *se coupent à angle droit.*

En effet, α, α', etc., étant les angles définis au § I, l'équation

$$\tang\alpha \,.\, \tang\beta = -\frac{R''^2}{R'^2},$$

jointe à celles qui ont lieu entre les angles α et α', β et β', entraine comme conséquence celle-ci

$$\operatorname{tang}\alpha' \,.\, \operatorname{tang}\beta' = -1.$$

III. *Le rectangle construit sur deux diamètres de l'ellipse* E, *dont les directions sont conjuguées dans l'ellipse* E', *est équivalent au rectangle construit sur les axes de l'ellipse* E.

Conséquence de l'équation

$$r_1 r_2 = R'R''.$$

IV. *L'aire du secteur elliptique compris entre deux rayons vecteurs de l'ellipse* E *est proportionnelle à la courbure de l'arc qu'ils interceptent sur l'ellipse* E'.

Car, soit ζ l'angle compris entre les conjugués respectifs de ces deux rayons, dans l'ellipse E'; on déduit, de l'égalité

$$\frac{1}{r_1^2} = \frac{1}{R'R''}\frac{d\alpha}{d\alpha'},$$

celle-ci :

$$\int \frac{1}{2} r_1^2 d\alpha = \frac{1}{2} R'R'' \,.\, \zeta.$$

Rapprochant le théorème IV du principe des aires, on obtient la propriété suivante :

V. *Si un point matériel décrit l'ellipse* E, *par l'action d'une force dirigée vers son centre, le conjugué, dans l'ellipse* E', *du diamètre qui passe par le point mobile, a une vitesse angulaire constante.*

VI. *Les perpendiculaires abaissées des extrémités de deux rayons quelconques de l'ellipse* E, *sur les directions réciproquement conjuguées à ces rayons dans l'ellipse* E', *sont égales entre elles.*

Cela suit évidemment de l'équation (10).

Tout cela serait sans doute bien facile à établir directement, mais il m'a paru curieux de faire servir les propriétés générales des surfaces à la démonstration de celles des sections coniques.

Observons qu'il est permis de prendre le petit axe de l'ellipse E' égal à celui de l'ellipse E; son grand axe sera alors moyen proportionnel entre les axes de l'ellipse E.

Enfin, comme l'indicatrice peut être une hyperbole, rien ne s'oppose à ce que l'on substitue à l'ellipse E', dans ce que nous venons de dire, une hyperbole construite avec les mêmes données.

FIN.

LES SEIGNEURS DE FLORENNES,

LEURS

SCEAUX ET LEURS MONNAIES,

POUR FAIRE SUITE AUX RECHERCHES SUR LES MONNAIES DES COMTES DE NAMUR;

PAR

R. CHALON,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE.

(Présenté à la séance de la classe des lettres, le 2 mars 1868.)

LES

SEIGNEURS DE FLORENNES,

LEURS

SCEAUX ET LEURS MONNAIES.

Florennes ou Florinnes, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, aujourd'hui chef-lieu de canton, arrondissement de Philippeville, province de Namur, était jadis une seigneurie considérable, avec titre de baronnie, puis de marquisat, qui relevait de la principauté de Liége et dépendait de la châtellenie de Dinant. Elle comprenait, outre la petite ville de Florennes, plusieurs villages et hameaux; on en trouve l'énumération dans le contrat de mariage de César-Antoine-Théodore de Glymes avec Jacqueline-Marguerite de Brias, en date du 10 juin 1707. C'étaient Saint-Aubin, Chaumont [1], Corennes, Franchimont, Villers-le-Gambon, Villenfagne [2], Vodecée, Hemptinne, Villers-deux-Églises, Jamiolle, Pry, Yves, Gomezée, Membersée [3], etc.

Un grand nombre de fiefs, situés même dans des localités éloignées, *relevaient de main à bouche* du seigneur de Florennes [4].

[1] Hameau de Florennes.

[2] Villers-en-Fagne.

[3] Ou Membrezée, près d'Yves.

[4] Notre excellent ami, M. Jules Borgnet, archiviste de l'État, à Namur, nous a communiqué la liste suivante extraite du registre de la cour féodale de Florennes, de 1706 à 1731 : Les fiefs de Walranchesne. — Le fief de Bonne-Aymont ou Bon-Aymont. — Le fief du Vercon, situé dans le bois de Neufville. — Le château, fossés, bouverie et dépendances étant en la hauteur d'Yves, plus soixante bonniers de bois nommé le Fays et le Chastelon, et les fiefs de Neuville, Villers-deux-Églises, et Vodecée. — Fief consistant en maison, grange, jardins et terre, dans la juridiction de Franchimont. — Le fief de Matagne, juridiction de Chastret. — Fief du bois de Ricot, situé dans la juridiction de Saint-Aubin, mairie de Florennes. — Moulin de Samart. — Seigneurie de Skeuvre, située à Corenne. — Maison, édifices, etc., du bois le Doyen. — Biens mouvants de la cour de Florennes, au territoire de Neufville. — Jardin de la Tour, à Membersée-lez-Yves, terre de Florennes. — Terre et seigneurie de Maisnil-Église. — Vicomté de Jeherenne et seigneurie d'Aron-sur-la-Lesse. — Seigneurie foncière d'Yves et les fiefs de Villers-deux-

Jusqu'à quelle époque faut-il faire remonter les droits de souveraineté que les princes-évêques de Liége possédaient sur la terre de Florennes? A cette question, les historiens liégeois répondent unanimement que Godefroid, seigneur de Florennes, ses frères Arnoul et Gérard, évêque de Cambrai, inféodèrent Florennes, vers l'an 1012, à l'évêché de Liége, après y avoir fondé une abbaye de l'ordre de Saint-Benoît, sous l'invocation de saint Jean-Baptiste, etc. Cette assertion semble trop absolue. En effet, la charte de l'empereur Henri, du 17 mai 1012, par laquelle il confirme la fondation de l'abbaye, faite par Gérard et ses deux frères, dit seulement que Godefroid en conservera l'avouerie, et, si plus tard, il arrivait que quelqu'un molestât ladite abbaye, l'Empereur charge l'évêque de Liége de veiller à sa conservation et à sa défense, en son lieu et place [1].

Ce n'était pas là une inféodation de la terre, dans la véritable acception du mot, mais bien plutôt une espèce d'avouerie ou de droit de protection sur l'abbaye que l'Empereur déléguait à l'évêque. Au reste, cet acte a pu servir de point de départ à une annexion lente et successive que favorisait la complication des droits et des liens féodaux, et surtout la nécessité, pour les petits seigneurs, de s'abriter sous la protection d'un voisin plus puissant.

M. de Reiffenberg a donné, dans le tome I de ses *Monuments pour servir à l'histoire des provinces de Namur, de Hainaut et de Luxembourg*, pp. 661 et suiv., une généalogie des seigneurs de Florennes, prise en grande partie dans le Mémoire de M. Yernaux [2]. Ces premiers seigneurs ne sont guère connus que

Églises, Vodecée et Neuville. — Bois de Spy, ou bruyère Jeanne Maignon, à Saint-Aubain. — Moulin de Neuville, situé sous la juridiction de Samart. — Seigneurie de Bouflioul. — Seigneurie de la Mozée, près de Villers-le-Gambon et seigneurie de Gosnée. — Seigneurie de Haynin, en Hainaut. — Fief de la Louchenée. — Fief de la Haccauderie. — Seigneurie de Jamblinne. — Cense Delsaux. — Fief du Wez-Charnoy. — Terre, à Nismes. — Fief, à Franchimont. — Étang et cours d'eau du fourneau de la Valette. — Coup d'eau de la forge du Marteau des Orgères, sous Yves. — Seigneurie de Ghislenghien, près d'Ath. — Fief d'un bonnier situé au delà du trou de Jusaine. — Fief du trieu de Steppe, situé dans les bois communaux de Florennes. — Fief de la dîme de Pry. — Fief des droits de terrage à Villenfaigne. — Fief d'une prairie de la maladrerie de Florennes. — Fief d'une terre sur le Marchets. — Fief de cent écus de rente sur la terre de Neuville. — Fief de cent écus de rente sur la seigneurie de la Mosée. — Divers fiefs de terrains et maisons situés à Florennes même.

[1] Miræus, *Opera diplomatica*, t. I, p. 658.

[2] *Chronologie historique des seigneurs de Florennes, depuis le dixième siècle jusqu'en 1806*. Namur, imp. de Gérard (sans année); petit in-8°, de 41 pages.

par leurs noms. A l'aide des chartes dans lesquelles on les trouve mentionnés, il a été plus ou moins possible d'en récomposer la liste dans un ordre chronologique probable; mais il serait fort difficile d'en déduire positivement leur filiation ou les rapports de parenté qui les unissaient entre eux. Cette partie ancienne de la généalogie ne peut donc être que fort conjecturale.

Eilbert, qui figure vers 920, et qu'on fait descendre par les femmes d'un personnage légendaire, d'un comte Aiméric de Narbonne, du huitième ou du neuvième siècle, inconnu dans l'*Art de vérifier les dates,* n'ayant pas eu d'enfants de sa première femme, épousa, en secondes noces, la veuve du seigneur de Rumigny-en-Thiérache. C'est à cet Eilbert qu'on attribue la construction du château de Florennes, vers l'an 944. Il laissa Florennes aux deux fils de sa femme, Godefroid et Arnoul de Rumigny; ces mêmes Godefroid et Arnoul, que Brunon institua comtes de Mons, après la mort de Garnier et de Renaud, pendant l'exil des Rainiers. Eilbert. Godefroid Ier.

A partir de cette période, la généalogie de la famille de Rumigny parait laisser moins d'incertitudes.

A Godefroid Ier de Rumigny, dont la femme se nommait Alpaïs, succéda son fils, du nom d'Arnoul, qui épousa Ermentrude, fille du comte d'Ardennes et de Verdun. Cet Arnoul, voulant honorer les reliques de saint Gengoux qu'on lui avait apportées après les avoir volées au seigneur de Gedinne, fit bâtir une chapelle pour les y déposer, et fonda, vers l'an 1001, sept prébendes pour la desservir. Ce fut l'origine du chapitre qui existait à Florennes [1]. Arnoul.

Arnoul laissa trois fils. L'aîné, Godefroid II, qui avait épousé Hedwige de Roucy, hérita de ses seigneuries; le second, Gérard, devint évêque de Cambrai et d'Arras; le troisième Arnoul, mourut jeune [2]. Godefroid II.

Une charte de l'an 1015, constatant l'échange fait entre les abbayes de

[1] D'après une note de Miræus, le chapitre aurait une origine plus récente, et aurait été fondé *a quodam abbate Florinensi,* qui avait retenu pour lui et ses successeurs le titre de prévôt avec le droit de conférer les prébendes, etc. Cet abbé innommé a pu, en effet, augmenter le nombre des prébendes qui se trouva porté à dix; mais cette circonstance n'empêche pas l'antériorité de la fondation première du chapitre sur celle même de l'abbaye.

[2] M. F.-V. Goethals, dans son *Dictionnaire généalogique*, t. II, donne à ce troisième frère le nom de Eilbert, et en fait le premier abbé de Florennes. La charte de l'empereur Henri, citée ci-dessus, et l'accord de l'an 1015 disent bien *Arnulfus.*



Florennes et de Hautmont, du village de Givry contre ceux de Hemptinne et de Quillon (?), donne (chose rare pour l'époque) quelques détails biographiques sur cet Arnoul. Elle nous apprend que, voulant faire le voyage de Rome avec sa nouvelle épouse Heluide, il avait confié ses propriétés à ses deux frères, avec pouvoir d'en disposer s'il venait à mourir; ce qui ne tarda pas d'arriver. Arnoul fut tué dans un combat, et sa femme, cinq jours après, le suivit au tombeau. La même charte nous apprend, de plus, que les trois frères avaient une sœur nommée *Alpardis* [1].

Voulant exécuter les dernières volontés de leur père, les trois fils d'Arnoul se réunirent, en 1011, pour fonder, à Florennes, l'abbaye de Saint-Jean-Baptiste. Cette fondation fut, comme on l'a vu précédemment, ratifiée par l'empereur Henri, le 17 mai 1012.

Godefroid de Florennes, dans la guerre que les comtes de Louvain et de Hainaut firent pour la succession d'Otton, duc de basse Lorraine, dernier prince de la race de Charlemagne, prit parti pour le nouveau duc, son oncle maternel, Godefroid d'Ardennes et de Verdun. Il vit son château de Florennes vainement assailli par les ennemis, et, dans un combat qu'il leur livra, près de Saint-Aubin, le 12 septembre 1015, il les défit complétement. Le comte de Louvain, Lambert, y perdit la vie.

Godefroid III. Hugues Ier. Nicolas Ier. Nicolas II.

A ce Godefroid II on donne pour successeur un fils du même nom que nous appellerons Godefroid III et qui vivait en 1066; puis le fils de celui-ci, Hugues, qui épousa Alix de Hainaut, fille du comte Baudouin II. Deux Nicolas de Rumigny, son fils et son petit-fils lui succèdent [2]. Ce dernier, mort en 1175, laissa de sa première femme, Ide de Chièvres [3], un fils, Godefroid, qui fut chevalier teutonique, et de sa seconde, Adelaïde de Pierrepont [4], Nicolas, seigneur de Rumigny et Hugues, seigneur de Florennes, qui fut à la Terre-Sainte en 1188, vivait en 1195 et mourut sans enfants.

Hugues II.

[1] *Bulletins du cercle archéologique de Mons*, 2me sér., p. 258.

[2] M. Goethals n'en mentionne qu'un.

[3] Fondatrice de l'abbaye de Ghislenghien. Ide de Chièvres était veuve, en premières noces, de Gilles de Chin, seigneur de Berlaimont, le héros légendaire du Hainaut, et en secondes noces, de Rasse, sire de Gavres. Elle était fille de Gui, sire de Chièvres et d'Ide de Hainaut. (*Voir* Goethals, *Dictionnaire*, t. II.)

[4] M. Goethals ne parle pas de cette seconde femme, et suppose tous les enfants issus d'un seul mariage.

Son neveu, Nicolas III, fils de Nicolas de Rumigny et de Mahaut d'Avesnes, réunit de nouveau Florennes et Rumigny. Il acquit, le 5 mai 1235, la *haulteur d'Yves,* c'est-à-dire la suzeraineté, tout en laissant à Henri d'Yves, escuier, le domaine utile et une partie des droits seigneuriaux [1]. Cet acte explique comment le titre de seigneur d'Yves était porté, tout à la fois, par les sires de Florennes et par les anciens seigneurs d'Yves devenus leurs vassaux [2]. Sept ans après, en 1242, il donna à la seigneurie et communauté d'Yves de nouvelles lois et de nouveaux règlements [3]. Nicolas III mourut en 1256, laissant de sa femme Isabeau, dame douairière de Château-Porcien ou Porcean, deux fils. L'aîné, Nicolas, hérita de Rumigny; le second, Hugues III, eut la terre de Florennes à laquelle il paraît avoir réuni la seigneurie de Rumigny, à la mort de son frère aîné. Ce Hugues eut de longues et nombreuses contestations avec Miles, vingt-sixième abbé de Florennes, au sujet de la haute justice sur les biens de l'Église. Le jour des saints Pierre et Paul (29 juin) 1269, il y mit fin par un concordat que ratifia, la même année, Henri de Gueldre, évêque de Liége. Nicolas III. Hugues III.

Nous suivons ici la généalogie, rectifiée par M. Goethals. MM. de Reiffenberg et Yernaux placent entre Nicolas III, mort en 1256, et Hugues, le dernier seigneur de la famille de Rumigny, mort en 1270, un autre

[1] Voir *Pièces justificatives*, n° I.

[2] Outre ces deux seigneurs, la ville et communauté d'Yves devait encore au seigneur de Beaumont une rente de quinze livres « pour la raison du sauvement ». Le sauvement (*salvamentum*) se disait de toute espèce de redevance que l'on payait à un seigneur pour obtenir sa protection ou se racheter de ses exactions. (*Pièces justificatives*, n° III.)

On trouve dans l'Inventaire des archives de Lille, de Godefroid, imprimé par le comte Joseph de Saint-Genois, dans ses *Monuments anciens*, t. I, p. 997, l'analyse d'un accord fait, le jour de Sainte-Catherine, l'an 1300, entre Thibaut, sire de Florennes, et Jean, comte de Namur, par lequel ledit Thibaut renonce aux prétentions qu'il avait sur la ville d'*Yne*. Comme on ne connaît pas de ville d'*Yne*, on pouvait croire qu'il y avait là une mauvaise lecture du texte ou une faute d'impression; un *n* pour un *u* (v). Cette charte n'existe plus à Lille, ou n'y a pas été retrouvée; ce qui met dans l'impossibilité de vérifier la chose. Les comtes de Namur ont, en effet, possédé quelques droits à Yves, mais bien antérieurement à l'an 1300; et comme, d'un autre côté, les seigneurs de Florennes n'ont jamais cessé d'y exercer les leurs, il faut admettre qu'il s'agit ici d'une autre localité; peut-être *Isnes*, canton de Gembloux, province de Namur, dont la prononciation est la même.

[3] Ce fait est rapporté dans une espèce de chronique, écrite en 1683, ou du moins présentée, le 3 août de cette année, au seigneur de Florennes.

Hugues, fils du premier et père du second. Ce Hugues, qui avait épousé Marguerite de Pierrepont, sœur du terrible évêque de Liége, était non pas le fils, mais le frère de Nicolas III. Son âge, qu'on peut assez présumer par l'époque où on le trouve mentionné, le prouve à l'évidence. C'est lui qui commandait l'aile gauche de l'armée liégeoise à la bataille de Steppes ou de Montenaken, en 1213. Son fils, connu sous le nom de Jean d'Eppes, ou d'Aps, du nom d'une terre, dans le Boulonnois, qui servait d'apanage aux puînés de la famille de Rumigny, succéda, en 1229, à son oncle maternel, Hugues de Pierrepont, sur le siége épiscopal de Liége, et mourut, à Dinant, en 1238.

Isabelle. Hugues (IV, selon M. de Reiffenberg, III, selon M. Goethals), ne laissa de sa femme, Ade de Couci, dame de Boves, que deux filles : Isabelle, qui hérita de la terre de Florennes, et Marguerite, qui fut mariée à Jean, comte de Soissons, seigneur de Chimay.

MAISON DE LORRAINE.

—

THIBAUT.

1281-1312.

En 1281, Isabelle de Rumigny, fort jeune encore [1], épousa, en premières noces, Thibaut de Lorraine, seigneur de Neufchâteau, fils aîné et héritier présomptif du duc Ferry III. Ce mariage fit passer la seigneurie de Florennes dans la famille de Lorraine.

Thibaut était un prince guerrier qui prit part aux querelles de ses puissants voisins, les Empereurs et les rois de France. En 1298, il soutint la cause d'Albert d'Autriche, contre son compétiteur à l'Empire, Adolphe de Nassau, et se distingua à la bataille de Spire. Il se trouvait dans les rangs français lors du désastre de Courtrai, le 9 juin 1302. Devenu duc de Lor-

[1] La chronique manuscrite de 1683, que nous avons citée ci-dessus, place le mariage d'Isabelle à l'année 1290, contrairement à tous les historiens de la Lorraine. Elle ajoute que Thibaut, duc et marquis de Lorraine (titres que Thibaut ne pouvait avoir alors), prêta en 1295, dans l'église de l'abbaye, serment de garder les franchises de Florennes.

raine, le 31 décembre 1303, Thibaut dut guerroyer contre ses propres sujets révoltés. Il les battit, près de Luneville, et les fit rentrer dans l'obéissance à laquelle ils avaient voulu se soustraire. Il combattit la même année pour Philippe le Bel, à la bataille de Mons-en-Puelle; assista, à Lyon, le 14 novembre 1305, à l'intronisation du pape Clément V. Pendant le défilé du cortége, l'écroulement d'une muraille écrasa le duc de Bretagne et plusieurs grands seigneurs, renversa le pape et le duc Thibaut, qui en eut une jambe et un bras cassés.

A peine remis de ses blessures, il soutint une guerre contre son parent, Henri de Vaudemont, fut battu et obtint la paix par l'intermédiaire de l'évêque de Toul.

Thibaut avait fait construire un château, à Vireux-sur-Meuse, dont il était seigneur. Cette nouvelle forteresse déplut à son suzerain, Thibaut de Bar, évêque de Liége, qui s'en empara, la démolit et prit possession de la ville de Florennes elle-même. L'intervention arbitrale de Renaud de Bar, évêque de Metz et frère du prince-évêque de Liége, rétablit la paix entre les deux belligérants. Par cet accord, en date du 6 juin 1307, l'évêque était tenu d'aider, de bonne foi, à la reconstruction du château de Vireux (Montviruel); il s'engageait à ne faire valoir aucune réclamation contre le duc, et promettait d'abandonner toutes celles qu'il avait déjà produites. Le duc rentrait en possession de Florennes et de toutes ses propriétés, sauf hommage à l'évêque de Liége, tel qu'il le devait auparavant.

L'année suivante, en 1308, le guerroyeur Thibaut, qui, sur ses monnaies, s'intitulait si bien *Miles,* entreprit une nouvelle campagne. Il s'attaqua, cette fois, à son arbitre lui-même, l'évêque de Metz; le battit près de Frouard, et fit prisonniers les comtes de Bar et de Salm, qui avaient suivi les drapeaux de l'évêque. En 1310 il accompagna le nouvel empereur, Henri VII, en Italie, et en revint atteint d'une maladie de langueur à laquelle il succomba, le 13 mai 1312. On attribua sa mort à un poison qu'on lui avait donné à Milan. En fait de poisons, l'Italie a toujours eu — mais bien à tort, sans doute — une réputation fort mauvaise.

La période monétaire de la seigneurie de Florennes commence avec Thibaut de Lorraine; c'est-à-dire qu'on ne connaît aucune monnaie, ni aucun acte relatif aux monnaies qui lui soit antérieur. Nous ne voulons pas en conclure d'une manière positive et absolue qu'on n'ait pas monnayé avant lui, mais, seulement, que c'est à partir de ce prince que la monnaie de Florennes nous est révélée, et par les actes et par les pièces elles-mêmes.

Au mois de juin 1300, Thibaut avait obtenu du roi de France, Philippe le Bel, de qui relevait Neufchâteau, le privilége de frapper, sous certaines réserves, des monnaies dans cette localité. Mais comme il est certain qu'avant cette époque les ducs de Lorraine y avaient déjà usé de ce droit, il est à croire que le roi de France n'aura que confirmé et reconnu un fait accompli. Seule manière possible, quand on n'est pas en mesure d'employer la force, de sauvegarder ses droits et son autorité.

En 1298, le roi des Romains, Albert d'Autriche, lui avait accordé le même droit à Yves; et ce droit fut reconnu, deux ans après, en 1300, par Hugues de Chalon, évêque de Liége, suzerain de Florennes. Par lettres, données au château de Huy, le lundi après la fête de Saint-Barthélemi, l'évêque Hugues confirma la concession impériale faite en faveur d'Yves, et l'étendit à Florennes, le tout sous la condition que Thibaut s'obligerait à lui payer, pour sa part des profits, vingt-cinq marcs d'argent fin, par année. Laquelle somme serait réduite au *prorata* du temps pendant lequel on aurait effectivement travaillé [1].

Parmi les réclamations soulevées par l'évêque de Liége, en 1307, et auxquelles mit fin le jugement arbitral du 6 juin, se trouvaient certaines prétentions du chef des monnaies que le duc avait fait faire à Florennes ou dans la châtellenie (Yves). L'évêque ne contestait pas le droit du duc, ainsi que le suppose M. Yernaux, mais réclamait seulement la part qui lui revenait dans les bénéfices de la fabrication. Au reste, par l'accord lui-même, cette prétention était abandonnée [2].

L'histoire du monnayage de Thibaut, à Florennes et à Yves, paraît ainsi parfaitement expliquée. Il reste cependant une difficulté qu'on ne peut passer

[1] *Pièces justificatives*, n° IV.
[2] — — n° V.

sous silence; c'est la charte du 20 octobre 1298, imprimée dans Baleicourt[1], par laquelle le roi des Romains, Albert d'Autriche, donne à Ferry III, duc de Lorraine et père de Thibaut, le droit de frapper monnaie *in villa de Iva*, qui, dit la charte, appartenait au duc *jure proprietario*. Les historiens lorrains, unanimes à reconnaître que cette charte ne pouvait concerner qu'une localité appartenant en propre à Ferry, ont, après avoir en vain cherché un Yves dans la Lorraine, abandonné la partie. Dom Calmet lui-même renonce à déchiffrer cette énigme.

On a quelques exemples de ducs de Lorraine frappant monnaie dans des villes appartenant à leurs enfants ou à leurs gendres, dont ils se considéraient comme tuteurs. Ainsi, Charles II (1390-1431), après avoir marié sa fille et héritière, Isabelle, à René d'Anjou, duc de Bar, frappa monnaie à Saint-Mihiel, ville du Barrois, en son propre nom et comme duc de Lorraine[2]. Cette explication, qu'avait suggérée mon savant confrère et ami, M. Bretagne, m'avait un peu ébranlé. Mais restaient toujours les mots : *jure proprietario* qui, en parlant de Yves, ne pouvaient s'appliquer au duc Ferry.

Baleicourt ne dit pas où il a copié cette charte. J'ai fait faire en vain des recherches pour la retrouver aux archives de Nancy, puis à Paris, dans les neuf cents volumes ou cartons enlevés au trésor des chartes de la Lorraine, par Louis XIV, et déposés aujourd'hui à la bibliothèque impériale.

L'existence d'une charte semblable émanant, la même année, du même Albert d'Autriche et concédant le même droit de frapper monnaie à Yves, non pas à Ferry, mais à son fils, est prouvée par la lettre de Hugues de Chalon, de l'an 1300. On remarquera même que cette lettre de l'évêque Hugues rappelle que le privilége impérial ne concerne que Yves, et que lui, évêque et seigneur suzerain, l'étend à Florennes.

Ne serait-il pas permis de supposer que Baleicourt a copié sa charte sur un texte altéré, dans lequel on aurait substitué les mots *Fredericus dux* à *Thebaldus filius ducis*[3]? Quoi qu'il en soit, abandonnons aux Lorrains, Balei-

[1] *Pièces justificatives*, n° II.

[2] De Saulcy, *Recherches sur les monnaies des comtes et ducs de Bar*, pl. VII, n° 5.

[3] On comprend assez que, si comme nous le croyons, comme l'affirme l'évêque de Liége, le droit de frapper monnaie a été concédé à Thibaut et à ses successeurs, Thibaut étant devenu

court, sa charte et le *Ive* introuvable, contentons-nous de l'assertion de l'évêque de Liége qui, après tout, devait être bien informé.

Longtemps après, les ducs de Lorraine, même alors que la seigneurie de Florennes et d'Yves était passée dans une autre famille, continuaient à en faire hommage à l'Empire [1]. Ce qui n'est pas plus étonnant que de voir les rois de Sardaigne s'intituler rois de Chypre et de Jérusalem, les rois d'Angleterre prendre le titre de rois de France, etc., etc. Mais, une chose moins explicable, c'est qu'il paraît que, déjà au seizième siècle, on ignorait, en Lorraine, ce que c'était que cette ville d'Yves, qu'on tenait de l'Empire. Cela est prouvé à l'évidence, dit M. de Saulcy, par les termes mêmes de la transaction de Nuremberg, du 28 juillet 1543.

Quatre monnaies de Thibaut ont été retrouvées :

N° 1. Châtel, type des tournois. Bordure de douze trèfles : ✠ FLORINENSIS.
— Croix pattée dans un cercle de grènetis. Légende intérieure : ✠ TYBALDVS : MILIS. Légende extérieure : ✠ BNHDICTV SIT NOM ⁝ DNI N ⁝ DEI ⁝ IHVXPI. (Pl. I, n° 1.)

(Collection de M. le comte de Robiano.)

A. Gr. : 3.90.

Cette imitation des gros tournois français s'éloigne déjà un peu de son modèle ; des trèfles ont remplacé les fleurs de lis dans les oves de la bordure. L'évêque, Thibaut de Bar, fit également des gros tournois dans deux localités de l'Entre-Sambre-et-Meuse, au voisinage de Florennes, à Fosses et à Thuin. Nous avons publié celui de Thuin dans le tome V, 2me série de la *Revue numismatique*. L'évêque avait, plus servilement que le seigneur de Florennes, contrefait la monnaie royale.

duc de Lorraine, on ait pu dire que le droit avait été concédé aux ducs. Or, comme le duc, en 1298, s'appelait Ferry, un copiste mal avisé aura cru *faire une rectification* en substituant ce nom à celui de Thibaut.

[1] Charles II, duc de Lorraine, reprit de l'empereur Rupert, la ville d'Yves avec le droit d'y fabriquer monnaie. Ceci était parfaitement régulier, car ce duc était seigneur de Florennes. Mais Charles III fit la même reprise de l'empereur Maximilien, en 1567 ; or, à cette époque, Florennes et Yves étaient passés de la maison de Vaudemont dans celle de Glymes, et le duc de Lorraine y était devenu tout à fait étranger.

Le gros de Florennes a certainement été frappé avant 1303, alors que Thibaut n'était pas encore duc de Lorraine, et se contentait du titre de *Miles*.

N° 2. Châtel, type des tournois. Bordure de douze trèfles : ✠ FLORINENSIS.
— Croix pattée dans un cercle de grènetis. Légende intérieure : ✠ TYBALDVS· MILES. Légende extérieure : ✠ PAX ⁝ DOMINI ⁝ SIT ⁝ SEMPER ⁝ NOBISCVM. (Pl. I, n° 2.)

(Cabinet de France.)

A. Gr. : 3.88.

La légende pieuse de ce gros est tout à fait autre que celle de la pièce précédente. De plus, le mot MILES a remplacé l'incorrect MILIS.

N° 3. Aigle éployée dans un cartouche, composé de quatre arcs de cercle et de quatre angles saillants : ✠ THEOBAD ⋆ DE ⋆ LOTHORIGIA. *(Sic.)*
— Croix pattée au centre, dans un cercle en grènetis. Légende intérieure : ✠ MONETA FLORIN : Légende extérieure : ✠ NOMEN DOMINI SIT BEDICTVM. (*sic*) (Pl. I, n° 3.)

(Collection de M. le comte de Robiano.)

A. Gr. : 1.82.

Cette pièce est imitée des doubles-tiers de gros d'Alost, de la comtesse Marguerite, et plus servilement encore d'une pièce semblable frappée à Statte (Huy), par le comte Gui de Namur, comme mambour de Liége, pour son fils, l'évêque Jean IV (1282-1292). Outre la différence des légendes, l'aigle de la pièce de Statte est à deux têtes, comme à celles d'Alost. C'est également l'aigle à deux têtes qui figure sur une pièce, aux mêmes types, frappée à Poilvache (Esméraude), par le comte Henri IV de Luxembourg, marquis d'Arlon (1275-1288).

La Société archéologique de Namur possède un second exemplaire, malheureusement ébréché, de l'aigle de Florennes. La légende offre pour différence... SIT BENEDICVM.

N° 4. Tête de face, couronnée de trois roses. Entre un double grènetis : ✠ TEOBALD+ DE+LOTHER.
— Croix ordinaire des esterlins, coupant la légende et anglée de douze besants, disposés par groupes de trois. Dans un double grènetis : MON | ETA | FLO | RIN. (Pl. I, n° 4.)

(Collection de M. le comte de Robiano.)

A. Gr. : 0.83.

Imitation des esterlins anglais; type adopté à cette époque par tous les seigneurs de notre pays et des contrées voisines. On remarquera combien le poids de cette monnaie est plus faible que celui des bons esterlins.

ISABELLE ET GAUCHER DE CHATILLON.

1312-1322.

Dans l'année même de la mort du duc Thibaut, au mois de mars 1312 (1313, n. st.), Isabelle de Rumigny se remaria avec un des plus illustres, des plus puissants seigneurs de l'époque, le vieux Gaucher de Châtillon, comte de Porcien, connétable de France, etc., etc., déjà deux fois veuf et père de nombreux enfants. Les fils de Thibaut héritèrent des États de leur père, mais Isabelle conserva ses biens propres, Florennes, Yves, Rumigny; et, de plus, la jouissance du douaire qui lui avait été assigné et dans lequel était comprise la seigneurie de Neufchâteau, à laquelle était attaché le droit de frapper monnaie.

Il serait inutile de refaire ici l'histoire du célèbre guerrier, histoire qui se lie si intimement à celle des règnes de Louis le Hutin, de Philippe le Long et de Charles le Bel. Nous ne parlons de Gaucher qu'à l'occasion de la seigneurie de Florennes et du droit qu'il y exerça de battre monnaie.

On voit dans les reliefs de Liége que Gaucher fit hommage pour Florennes « le lundi devant la Purification Notre-Dame, 1317. »

« Le mercredi après l'Exaltation de la Ste-Croix, 1319, dame Isabiau, » duchesse de Loheraine, femme du conestable de Franche, fait relief, » avec le consentement de son mari, du castiau et de toute la terre de » Florines avec ses appartenanches. »

Nous ignorons la cause de ce double relief, fait à des dates différentes, et comment Isabelle de Rumigny, qui était dame de Florennes depuis près d'un demi-siècle, dut, en 1319, faire de nouveau hommage à l'évêque de Liége.

Isabelle mourut en 1322. Gaucher lui survécut jusqu'en 1329 : il avait alors quatre-vingts ans.

Gaucher a frappé monnaie dans son comté de Porcien. Il a également monnayé à Neufchâteau, terre engagée, comme douaire, à sa femme, par les ducs de Lorraine. Ce dernier monnayage fut, à deux reprises, contesté par le duc Ferry IV, et il intervint, en 1318 et en 1321, deux transactions qui imposaient à Gaucher l'obligation de fabriquer ses monnaies de Neufchâteau *de mêmes poids et aloi* que celles du duc et aux mêmes types que celles de Nancy. L'autorisation de monnayer devait cesser avec l'engagement de la seigneurie, c'est-à-dire à la mort d'Isabelle. Les monnaies de Neufchâteau, aux types belges du *cavalier* et aux types anglais des *esterlins,* ont donc été frappées avant l'accord de 1318, pendant les cinq premières années du mariage de Gaucher avec Isabelle de Rumigny.

Les pièces les moins rares de Gaucher sont ses esterlins avec MONETA YVE. Quelques numismates français avaient voulu, d'autorité plutôt que par le raisonnement, contester l'attribution, que nous avions, le premier, proposée, de ces monnaies à Yves, près de Florennes. M. de Longpérier les donnait à Ivoy, aujourd'hui Carignan, localité qui appartenait alors aux comtes de Chini, et sur laquelle le comte de Porcien n'eut jamais ni droits, ni prétentions. Nous croyons qu'il serait parfaitement inutile de renouveler cette discussion. Elle peut se résumer en quelques mots : Gaucher possédait Yves et avait le droit d'y frapper monnaie; pourquoi chercher ailleurs?

Au surplus, on a, depuis lors, retrouvé l'esterlin du même Gaucher pour Florennes, pièce dont nous avions pressenti l'existence; cette découverte est une preuve de plus et tout à fait surabondante que Gaucher a usé du droit de monnayage dans les localités de la seigneurie de sa femme auxquelles ce droit avait été concédé.

Gaucher de Châtillon est celui des seigneurs de Florennes dont on a retrouvé le plus grand nombre de monnaies. En voici la nomenclature et la description :

N° 1. Tête de face, couronnée; type anglais des esterlins. Entre un double grènetis : ✠ GAL' CHS COMES POR.

— Grande croix coupant la légende et anglée de douze besants groupés par trois. Entre un double grènetis : MON | ET : F | LOR | INS. (Pl. I, n° 5.)

(Chez un amateur, à Revel, d'après la *Revue française,* 1862, pl. XII, n° 11. Un second exempl. au musée d'Épinal.)

A. Gr. : 1.30.

Cette pièce est très-rare. Un esterlin de Gaucher, d'une conservation mauvaise, se trouvait chez M. Jeuffrain, à Tours. M. Lelewel le donna, dans sa *Numismatique du moyen âge,* pl. IX, n° 1, en lisant la légende MONETA NORECCI ✠. M. Poey d'Avant le reproduisit sous le n° 6106, et lisait : MONETA NORECTE, ce qui n'éclaircissait guère la chose. En rendant compte de l'ouvrage de ce dernier auteur, dans la *Revue de la numismatique belge*, tome VI, 3me série, nous faisions remarquer que le mot *Norete* ou *Norcci* n'avait aucune signification ; que, vu le mauvais état de la pièce, on pouvait raisonnablement supposer qu'elle avait été mal lue ; qu'il suffisait d'une légère rectification pour faire de NORECTE FLORENNE ou FLORENI ✠, et que ce serait alors l'esterlin de Florennes dont nous avions déjà signalé la découverte comme une chose qui devait probablement arriver.

La chose est arrivée, en effet ; mais l'exemplaire de Revel, que notre honorable ami, M. le baron de Koehne, a publié dans la *Revue française*, diffère ou semble différer de celui de M. Jeuffrain par l'arrangement des lettres de la légende du revers. Au reste, il serait inutile de s'arrêter davantage à une pièce fruste, et que Lelewel lui-même n'avait pu lire [1]. (Pl. I, n° 6.)

N° 2. Tête de face, couronnée. Type anglais des esterlins. Entre un double grènetis : ✠ GAL CHS COMES PORC.

— Grande croix coupant la légende et anglée de douze besants, groupés par trois. Entre un double grènetis : MOH | ETN | OVA | YVE. (Pl. I, nos 7 et 7bis.)

(Ma collection.)

A. Gr. : 1.20.

Cette pièce, qui n'est pas rare, présente de nombreuses variétés de coin, du reste peu importantes. Nous devons à l'obligeance de M. Laurent, conservateur du musée d'Épinal, la communication du n° 7bis. On y remarque la singularité de la chevelure, dont les mèches se terminent en globules.

N° 3. Tête de face, couronnée. Type anglais des esterlins. Entre un double grènetis : ✠ GACHS COMES PORC. (*Sic.*)

[1] L'esterlin de Gaucher, donné par Duby, pl. CIII, n° 3, pourrait bien aussi appartenir à Florennes. C'était une pièce fruste, lue en partie MON | ETN | OVA | L . . |. Ce L n'est-il pas un F et les deux lettres manquantes LO ?



— Grande croix coupant la légende et anglée de douze besants, groupés par trois. Entre un double grènetis : MON | ЄTH | OVA | YVЄ. (Pl. I, n° 8.)

(Société archéol. de Namur.)

A. Gr. : 1.20

N° 4. Tête de face couronnée. Type anglais des esterlins. Entre un double grènetis : ✠ GALЄhS ЄOMЄS PORЄ.

— Grande croix coupant la légende et anglée de douze besants, groupés par trois. Entre un double grènetis : MON | ЄTH | OVA | Y. VЄ. (Pl. I, n° 9.)

(Même collection.)

A. Gr. : 1.18.

Le Musée d'Épinal possède une variété de cette pièce avec le N de NOVA, de forme arrondie.

N° 5. Tête de face couronnée. Type anglais des esterlins. Entre un double grènetis : ✠ GALЄh·S ЄOMЄS PORЄ.

— Grande croix coupant la légende et anglée de douze besants groupés par trois. Entre un double grènetis : MOH | ЄTH | OVA | Y⋆VЄ. (Pl. I, n° 10.)

(Même collection.)

A. Gr. : 1.30.

N° 6. Tête défigurée du type chartrain : YVE IVAS.

— Croix pattée, cantonnée d'un besant au deuxième canton. Entre un double grènetis : ✠ GACOMES PORC. (Pl. I, n° 11.)

(Bibliothèque impériale, d'après la *Revue française*, 1859, pl. XXI, n° 5.)

B. Gr......

N° 7. Tête défigurée du type chartrain, ou chinonais simple; une seule couronne à gauche avec créneaux; au centre un objet indistinct que M. Poey d'Avant croit être une gerbe : YVE VIO.

— Croix pattée, cantonnée d'un besant au deuxième canton. Entre un double grènetis : ✠ GA COMES PORC. (Pl. I, n° 12.)

(Collection Jarry, à Orléans, d'après M. Poey d'Avant, pl. CXLI, n° 20.)

B. Gr......

Cette pièce est probablement la même que la précédente, dont la conservation assez mauvaise laissait la lecture douteuse. Les lettres parasites, surabon-

dantes, ou dont la signification n'a pas été devinée, qui, sur les deux pièces, viennent après le mot YVE, ne nous empêchent pas d'y reconnaître le nom du principal atelier de Gaucher de Châtillon. M. Poey d'Avant, qui tient à son impossible Ivoy (Carignan), trouve que le mot *Yvevio* ressemble au nom latin d'Ivoy *Ivodium*. Nous avouons ne pas être convaincu de cette ressemblance qui, existât-elle, ne ferait pas que Gaucher ait pu fabriquer ses monnaies dans une ville qui lui était étrangère, et dans laquelle le comte de Chini fabriquait lui-même [1].

La *Revue numismatique française de 1867*, pl. V, nº 1, donne une autre variété de cette monnaie. Le côté du type chartrain ne porte aucune légende ou du moins n'en laisse plus voir. Il est donc impossible de l'attribuer plutôt à Yves qu'à un autre atelier de Gaucher de Châtillon.

MATTHIEU DE LORRAINE.

1322-13..

RAOUL.

† 1346.

A la mort d'Isabelle, son fils aîné, Ferry IV, duc de Lorraine, abandonna à ses frères les terres de Florennes et de Rumigny. Matthieu, le puîné, eut Florennes et Yves, et Hugues, le plus jeune, Rumigny. Tous les deux moururent sans postérité.

La généalogie de M. de Reiffenberg, et celle que M. Goethals a publiée, n'indiquent pas la date de la mort de Matthieu, et lui donnent pour successeur immédiat à Florennes, son petit-neveu, Jean, duc de Lorraine, fils de Raoul et petit-fils de Ferry IV. Cependant il existe aux archives de Liége une charte, du 2 septembre 1343, par laquelle Raoul engage au chapitre de Liége, pour la somme de 5,300 royaux d'or, *sa terre de Florennes*. Raoul doit donc être ajouté à la liste des seigneurs de cette terre.

On n'a pas encore retrouvé de monnaies de Matthieu ni de Raoul, pour Florennes ou Yves.

[1] Voir *Revue de la numismatique belge*, t. VI, 3e série, p. 151.

JEAN Ier.

1346-1390 (ou 1391.)

Pendant le règne si long et si agité de ce duc de Lorraine, qui était monté sur le trône encore enfant et sous la tutelle de sa mère, la seigneurie de Florennes resta unie au duché, par sa dynastie.

Une seule monnaie de ce duc, frappée pour Florennes, a été retrouvée; mais elle suffit pour prouver que l'exercice du droit monétaire n'avait pas cessé, et fait présumer la découverte d'autres pièces antérieures ou contemporaines. Le type employé par Jean Ier, à Florennes, est purement flamand ou belge et n'a rien de commun avec ses monnaies ducales.

Lion assis, la tête couverte d'un heaume couronné, dans un entourage formé d'arcs de cercle. Entre un double grènetis : LVTHORINGIE ⁝ DVX ⁝ Ƶ ⁝ MARC.. ⁝ DNS ⁝ FLO...

— Grande croix pattée coupant les deux légendes. Légende intérieure, entre un double grènetis : MON | ETA | FL'Ō | RINE. Légende extérieure également entre deux grènetis : ✠ BENED | ICTV ⁝ Q' ⁝ VE | NIT : I : NO | MINE ⁝ D'I. (Pl. I, n° 13.)

(Collection de M. le comte de Robiano.)

A. Gr. : 2.15.

Cette pièce est une imitation du *demi-Botdrager* ou lion d'argent de Flandre, frappé d'abord sous Louis de Maele (1346-1384) et continué pendant les premiers temps de son successeur, Philippe le Hardi. Ce type du *Botdrager* fut, comme tous les autres, successivement adopté par plusieurs seigneurs des Pays-Bas : les comtes de Hollande, les évêques d'Utrecht, les ducs de Gueldre, etc., etc., et spécialement par le comte Jean Ier de Namur, le plus proche voisin du seigneur de Florennes.

Il est à présumer qu'on a frappé, en même temps, le *Botdrager* de Florennes et que cette pièce se retrouvera quelque jour.

Bien que le *demi-Botdrager* de M. le comte de Robiano ne porte pas le nom du seigneur, on ne peut l'attribuer qu'au long règne de Jean Ier et probablement aux dernières années de ce règne. Le titre de l'argent parait être beaucoup plus bas que celui des monnaies flamandes; et c'est en cela que consistait la *spéculation*.

CHARLES II.

1391-1431.

Charles, que l'on appelle à tort le deuxième du nom, mais qui devrait réellement porter le titre de Charles Ier, fit hommage, le 3 octobre 1391, en l'abbaye de Saint-Hubert, à Jean de Bavière, évêque de Liége, et releva de lui « la fortereiche, haulteur, justiche, seigneuries, cens, rentes, revenus, » émoluments et profitz quelconques de la terre de Florines, la fortereiche » de Peys [1] et d'Ablain [2], par décès de monseigneur Johan, duc de Lohe- » reine et marquis, son père [3]. » L'acte ajoute que le duc Charles en fit immédiatement transport à Enguerran de Couci, comte de Soissons, qui avait épousé Isabelle, sœur du duc. Ce transport ne fut, sans doute, qu'un engagement momentané, car on voit, après cela, Florennes rester dans la famille de Lorraine, et Charles, lui-même, figurer comme étant en possession de cette localité.

On ne connaît aucune monnaie du duc Charles, frappée pour Florennes ou pour Yves.

RENÉ D'ANJOU.

1431-1453.

ANTOINE DE VAUDEMONT.

1431-1447.

Le duc Charles mourut, le 25 janvier 1431, ne laissant que deux filles de son mariage avec Marguerite de Bavière. La plus jeune; Catherine, épousa Jacques, margrave de Bade; l'aînée, Isabelle, était mariée à René d'Anjou, duc de Bar, puis roi de Naples, qui fut reconnu duc de Lorraine.

Antoine de Vaudemont, neveu du dernier duc et fils de son frère Ferry,

[1] Pesche, province de Namur, canton de Couvin.
[2] Aublain, province de Namur, canton de Couvin.
[3] Archives de Liége. Reliefs de la cour féodale.

se hâta de réclamer, les armes à la main, une succession qui, selon les lois féodales, ne se transmettait pas par les femmes. Cette même année 1431, Antoine releva la terre de Florennes de l'évêque de Liége. Cependant la Lorraine et très-probablement la seigneurie de Florennes, longtemps disputées entre les comtes de Vaudemont et le duc René d'Anjou, finirent par rester à ce dernier. Un accord intervint par lequel Antoine renonçait, d'un côté, à ses prétentions et le duc accordait la main de sa fille, Yolande, au fils de son compétiteur Antoine. Ce mariage fit rentrer, plus tard, la famille de Lorraine dans la possession du duché.

JEAN ANTOINE.

1453-1464.

FERRY II DE VAUDEMONT.

1464-1470.

René d'Anjou était mort en 1453, et Antoine de Vaudemont en 1447. MM. Yernaux et de Reiffenberg leur donnent, pour successeur immédiat, Ferry II de Vaudemont, fils d'Antoine et de Marie d'Harcourt-d'Aumale, qui avait épousé la fille aînée du compétiteur de son père, René d'Anjou. Ferry ne prêta foi et hommage à Liége que le 10 juillet 1464; il paraît donc n'être pas entré immédiatement en possession de Florennes. Dans la généalogie faite par M. Goethals, figure un frère d'Antoine de Vaudemont, nommé Jean-Antoine, qualifié de seigneur de Florennes. Il est probable que ce Jean-Antoine a occupé Florennes, par suite d'un transport ou d'un arrangement quelconque, et que c'est seulement après sa mort que la seigneurie retourna à son neveu Ferry. Ce serait donc un seigneur de plus à ajouter à la liste de M. de Reiffenberg.

RENÉ II DE LORRAINE.

1470-1481.

JEAN DE VAUDEMONT. — LA MAISON DE GLYMES. — LA MAISON DE BEAUFORT.

A Ferry succéda son fils René, qui, en 1473, à la mort de son cousin, le duc Nicolas d'Anjou, monta sur le trône ducal et continua la postérité de la maison de Lorraine. René fit le relief de Florennes, le 9 mai 1481; mais bientôt après il céda cette seigneurie à son oncle naturel, Jean, fils du comte Antoine de Vaudemont et de Marguerite Geneliet, qui avait été légitimé, le 20 mai 1488, par Charles VIII, roi de France, et précédemment par le duc René, lui-même, en 1485.

A partir de cette cession, Florennes ne fit plus retour à la Lorraine, et, bientôt même, passa dans une autre famille.

Jean de Vaudemont avait épousé Marie de Lamarck, fille du Sanglier des Ardennes, et en eut deux fils, qui possédèrent successivement la seigneurie de Florennes. L'aîné, Antoine, qui avait épousé Sibylle de Trazegnies, mourut sans enfants, en 1536. Son frère, Claude, lui succéda et fit relief à la cour féodale de Liége, le 8 novembre de la même année. Il mourut en 1556, ne laissant de sa femme, Anne de Lenoncourt, que deux filles.

L'aînée, Renée de Lorraine-Vaudemont, épousa Jean, comte de Glymes, de Jodoigne, seigneur de Stave; ce qui fit passer la terre de Florennes dans la maison de Glymes. Elle y resta jusqu'en 1771.

Après le décès du dernier comte de Glymes, marquis de Florennes, elle échut à son petit-fils, au fils de sa fille, Frédéric-Auguste-Alexandre, comte de Beaufort et du Saint-Empire, marquis de Spontin, etc., etc., élevé par l'empereur Joseph II à la dignité ducale, et grand-père du duc de Beaufort actuellement vivant.

Reste une dernière question. Jusqu'à quelle époque a pu durer l'exercice du droit de frapper monnaie à Florennes et à Yves? Ce droit a-t-il jamais été formellement révoqué par les empereurs? N'a-t-il pas été considéré comme concédé à la famille de Lorraine et devant cesser avec elle? Cette dernière

supposition paraît la plus probable ; mais la numismatique nous réserve, parfois, de singulières surprises. N'oublions pas qu'au siècle dernier, dans le voisinage de Florennes, le prince de Ligne, seigneur de Fagnolles, a frappé des ducats, plutôt comme affirmation d'un droit que comme mesure financière. Il est vrai que le village de Fagnolles avait été, malgré les États du Hainaut, reconnu comme fief immédiat de l'Empire, tandis que Florennes relevait de l'église de Liége.

A la suite des monnaies malheureusement peu nombreuses de Florennes et d'Yves, nous croyons utile de donner les empreintes de quelques sceaux, les plus anciens que nous ayons rencontrés, des seigneurs de cette terre.

N° 1. Nicolas, seigneur de Rumigny, père de Nicolas III, seigneur de Rumigny et de Florennes. Sceau équestre, rond, de 75 millimètres de diamètre, appendu à une caution de Nicolas de Rumigny pour Rasson de Gavre. Sans date, mais sous Philippe Auguste; donc antérieure à 1223. (*Archives de l'Empire*, J. 532, n° 11[10].)

Nicolas est représenté à cheval, galopant à droite, l'épée haute, la tête couverte d'un casque cylindrique et grillé, le bouclier aux armes, à un double trescheur fleuronné et une bande sur le tout. Une cotte d'armes flotte sur l'armure. Légende : ✠ SIGILLVM · NICHOLHI : DE · RVMIGNIHCO. (Pl. II, n° 1.)

N° 2. Contre-sceau du même seigneur.

Écu aux armes, comme ci-dessus, légende : ✠ SIGILLVM· NICHOLHI. (Pl. II, n° 2.)

N° 3. Nicolas III, seigneur de Rumigny et de Florennes, mort en 1256.

Sceau rond, de 48 millimètres, appendu à une obligation de maintenir l'accord entre les enfants de Bouchard d'Avesnes et ceux de Guillaume de Dampierre, au sujet de la succession de leur mère, la comtesse Marguerite, datée de 1234. (*Chambre des comptes à Lille*, n° 9914.)

Écu triangulaire à un double trescheur fleuronné et un sautoir sur le tout. Légende : S NICHOLAI DE RVMIGNIHCO. (Pl. II, n° 3.)

N° 4. Hugues III de Rumigny, seigneur de Florennes, mort en 1270.

Fragment d'un sceau équestre, rond, de 65 millimètres, appendu à un acte sur parchemin, daté de 1244, par lequel Nicolas de Rumigny et son fils Hugues font une rente de cent livres parisis à l'église du Jardinet (à Walcourt), pour

l'entretien d'un chapelain. Le sceau de Nicolas est presque entièrement détruit. (*Archives du château de Florennes.*)

Hugues est représenté à cheval, galopant à gauche, l'épée haute dans la main gauche; le bouclier tenu de la main droite couvre le corps. On y distingue encore le trescheur, mais on n'aperçoit plus ni bande ni sautoir. Il reste de la légende : ✠ S'ҺVGON. (Pl. II, n° 4.)

N° 5. Le contre-sceau, mieux conservé, porte un écu triangulaire au trescheur fleuronné à une bande échiquetée. Légende : ✠ .SECRETVM : ҺVGONIS. (Pl. II, n° 5.)

Nous devons le dessin de ces deux derniers sceaux à l'obligeance de M. Paridant, à Florennes.

N° 6. Le même seigneur.

Sceau équestre, rond, de 65 millimètres, appendu à un acte où plusieurs chevaliers promettent de reconnaitre pour seigneur celui des fils de la comtesse de Flandre que le roi de France aura désigné. Février 1245 (vieux style.) (*Archives de l'Empire*, J. 539, n° 14[35].)

Chevalier galopant à droite, la tête couverte d'un casque cylindrique; l'épée haute dans la main droite ; cotte d'armes flottante sur l'armure ; bouclier aux armes, à un double trescheur fleuronné et un sautoir sur le tout. Légende : SIGILLV.... ONIS . DE . RVMIGNI. (Pl. III, n° 6.)

N° 7. Contre-sceau.

Écu triangulaire aux mêmes armes. Légende : ✠ CLAVIS SECRETI.

Ce sceau, ainsi que le précédent, a été employé par Hugues III, du vivant de son père. Nous n'en avons pas trouvé d'une date plus récente et alors qu'il possédait seul les seigneuries de Florennes et de Rumigny.

Les armoiries de Florennes sont, d'après tous les héraldistes, d'or au double trescheur floré de sinople à un sautoir de gueules sur le tout [1]; cimier : une gerbe de blé entre deux serpes à couper [2]. Ces armes sont les anciennes armes des Rumigny. Un membre de cette famille, Alars, seigneur de Pesches (Peis ou Pexhe) les portait en 1312. Ce sont également les armoiries de Fagnolle, terre qui a appartenu à une branche de la famille de Rumigny. Il paraît évident que le double trescheur formait seul la partie principale et immuable du blazon. La bande unie ou échiquetée, le sautoir, etc., n'étaient

[1] C'est le sautoir qui est posé sur le tout, et non pas le trescheur, comme on l'a indiqué par erreur dans la *Revue de la numismatique belge*, t. IV, p. 84. Le trescheur est de sinople et non pas d'argent.

[2] Archives de Liége. Manuscrits de Le Fort.

que des brisures destinées à distinguer les divers membres de la famille et qui, par fois, ont varié pour le même personnage, ainsi qu'on peut le voir aux sceaux 4-5, 6-7, que Hugues III employait, à moins de deux ans de distance, et sans avoir changé de position.

Au reste, les Rumigny furent particulièrement inconstants dans le choix de leurs armoiries. André Duchesnes [1] leur donne, pour écusson, de gueules au lion d'or, armé, lampassé et couronné d'argent; selon d'autres, ce serait de gueules au lion d'argent, armé, lampassé et couronné d'or.

N° 8. Gaucher de Châtillon, comte de Porcien, second mari d'Isabelle de Rumigny, dame de Florennes. Mort en 1329.

Sceau équestre, rond, de 83 millimètres, appendu à un acte de vente de la terre de Champrond au Perche, faite par Gaucher de Châtillon, comte de Porcien, à Enguerrand de Marigny. Fontainebleau, 5 décembre 1308. (*Archives de l'Empire*, J. 225, n° 1.)

Le comte à cheval, galopant à droite, l'épée haute dans la main droite, la tête casquée; un dragon pour cimier, sur le heaume et sur le chanfrein du cheval; bouclier aux armes de Châtillon : de gueules, à trois pals de vair, au chef d'or chargé à dextre d'un oiseau. Dans le champ du sceau, quatre fleurs de lis. Légende : ✠ S' GALCH...... CASTELLION..... RC COSTABLARII : FRANCIE.

N° 9. Contre-sceau du même seigneur.

Écu aux armes comme ci-dessus, accosté de deux fleurs de lis. Légende : ✠ SECRET : GALCHI : COITIS : PORCIEN :

N° 10. Même contre-sceau, mais sans l'oiseau en chef.

N° 11. Les mayeurs et échevins de Florennes (quatorzième siècle.)

Un château à trois tours carrées dans une enceinte crénelée, et accosté de deux écussons aux armes de Lorraine : d'or à la bande de gueules chargée de trois alérions d'argent. Le champ du sceau diapré. Légende : .. VILLICI : ET SCABINOR........ INES... qu'on peut compléter de cette manière : *Sigillum villici et scabinorum florinensium.*

Reproduit d'après une empreinte qui se trouve dans la collection sigillographique du Musée royal d'armures et d'antiquités.

[1] *Histoire généalogique de la maison de Chastillon-sur-Marne.*



N° 12. La haute cour de justice de Florennes, 1579.
Le même château que ci-dessus; mais les deux écussons sont aux armes de la famille de Glymes : d'azur, semé de billettes d'or, à la bande d'argent brochant sur le tout. La légende est : ✠ SEEL . DE . LA . HAVLT . COVRT . DE . FLORINES . 1579.

La matrice en cuivre de ce dernier sceau est conservée au Musée de la société archéologique de Namur. Il y avait, dit-on, jadis, à Florennes, deux autres matrices de sceau, l'une en cristal et l'autre en cuivre; cette dernière portant l'inscription : *S. villici et scabinorum*, etc., etc. On ignore ce que sont devenus ces deux petits monuments.

PIÈCES JUSTIFICATIVES.

I.

1235. — 5 MAI.

Vendaige de la haulteur d'Ive.

Nous Nicolle, sire de Ruminy et de Florennes, sçavoir faisons à tous chacuns qui ces présentes lettres verront et oront, que Henry d'Ive, escuyer, nous at vendu la haulteur d'Ive, sang et burinne et toutes chose qu'à haulteur apartient, réservé audit Henry che que chi desoub est escript, à sçavoir est : le moulin desquelles on ne peut nul faire sur les rivières devant le treffond d'Ive aultre que le sien et ses parsonniers, et s'y doibt mouldre les mazuirs d'Ive sur un ban de dix solz de Louviny, et rendre les moutures s'ils en estoient raporteis par le sergeant dudit Henry ou par ses mayeurs; et cest li four banal delle ville d'Ive sien et poictz, car nul n'y peut avoir peseaux ne balances aultres que les siens où on puisse pezer plus hault que quatorze livres; et s'y sont les forages de vin sien et de tout beuvrage; et s'at ses maires et ses eschevins et ses cens, ses rentes et ses bois et ses amendes telles que les eschevins luy wardent, et ses plaix générals; et doibt sa justice planter bonne entre ses mazuirs dedans le treffonds d'Ive, force que à chemins ou à warisseaux; et la doibt y estre nostre dit mayeur avec les justices dudit Henry; et y doibt nostre maire mettre ban de par nous; et se nul fourfaisoit le ban des bonnes ou de serquemennage, ledit Henry auroit la moictyé de l'amende encontre nous ou ses successeurs; et sy n'avons ryen aux amendes entre ses mazuirs, de bonnes, ne de cens, ne de rente, ne de comand fourewue (?), ains seul ledit Henry ainsy que desheure est dict.

Item, at ledit Henry tout le treffond d'Ive relevé de nous en fief; et l'en avons baizé en foy et en hommage, et il en at fait féauté à nous et en est devenu nostre homme.

Item, recognoissons audit Henry qu'il ne nous doibt, ny ses mazuirs, ny surséans del ville d'Ive, ne chevauchée, taille ne crenée, ny corwée nul, ne cens ne rente, force qu'estant ledit Henry doibt servir à nous ou à noz successeurs d'une armure de fer touttes les fois que nous en arions mestier pour nostre ditte terre de Florennes à deffendre, et ailleurs nyent s'il ne luy plaist; et debvons defraier ensy que à luy affier.

Item, avons trois charles (*sic*) d'avesnes sur chacun feu d'Ive chacun an à tousiours à payer le jour de l'an; et parmy ledit avoisnes qu'il doibvent anchiennement à noz devantrin, recognoissons, pour nous et pour noz successeurs, que nous avons ledit Henry et touts ses mazuirs et surcéans del ville d'Ive à sauver et à warder, eulx et les leurs, et à amenner alle loy.

Item, pour tant que ledit Henry tenoit le ville d'Ive en francq alloy, avait il et ses mazuirs acquis un sauvement à comte de Hailnaut, de quoi le ville d'Ive doibt chacun an audit comte ou à ses successeurs quinze solz de blan à jour sainct Andrieu; et là parmy, doibt ledit comte warder et sauver ledit Henry et ses successeurs et ses mazuirs et surséans delle ditte ville d'Ive de touttes forces et amenner à droict et à loi encontre tous hommes.

Item, pour aucunes parchons que ly comte de Namur avoit en la loy d'Ive, de quoy ly devantrin ledit Henry avoit fait parchons audit conte, et avoit pour ledit parchon le many de Laisse-fontaine et s'avoit sur chacun masuirs qui tenoient terre en treffond d'Ive septz blan et nyent aultre chose à payer le jour sainct Jean d'an en an à tousiours; et parmy cela doibt ly deseur dit comte de Namur et successeurs warder et sauver ledit Henry et ses mazuirs et surcéants delle ville d'Ive et leurs successeurs et amenner à droict et à loy encontre tous hommes et à fraix le comte.

Item, recongnoissons audit Henry que nous luy debvons faire aveoir ses amendes sy avant que ses eschevins luy adjugeront s'il ne le peu avoir par sa justice; et peut sedit maire et eschevins ouvrer de toutz les cas desheur nosmés pour warger ledit Henry et ses mazuirs.

Et sy nous estions requis, nous ou noz lieutenant le mayeur d'Ive, d'aucuns cas qui atouchasse à haulteur et nous en fuissiens défaillant où noz dicts maire faire le pouldroy ledit Henry par se maire et ses justices sans ryen mesfaire envier nous.

Et avons conjuré et promettons, pour nous et noz successeurs, audit Henry et a ses successeurs, de bien et loyallement tenir ferme et stable touttes les convenances desseur escriptes; et ce nous en deffaillent en toutz ou en partye, nous, suffisamment requis pardevant deux hommes de fiefs, nous gréons et octroyons, pour nous et nos successeurs, audit Henry et à ses successeurs qu'il puisse traire et saisyr toute ladítte haulteur que vendue nous at.

Et en peut resiger les deux comtes desheure nomeis sans ryen fourfaire envers nous.

Et pour che que ce soit chose ferme et estable, nous avons à ces lettres ouvertes penduz nostre propres sealz, faictes et donneiz l'an de grace mille deux cents et trente cinqs, cinqs jours au mois de maye à l'entrée.

Et plus bas estoit signés de Toussainct, notair apostolicque.

Ita est (*signé*) GILLE JOSEPH DELHALLE,
notair admis, *anno 1682.*

Archives de l'État, à Liége. Assez mauvaise copie qui se trouve dans les cartons du héraut d'armes, Le Fort, au dossier Yves.



II.

1298. — 20 OCTOBRE.

Ferry III, duc de Lorraine, inféode la ville d'Yves, et en fait les reprises d'Albert, roi des Romains, qui lui permet d'y battre monnaie, en 1298.

—

Albertus, Dei gratia Romanorum rex semper augustus, universis sacri Romani imperii fidelibus. Romani imperii zelator honoris magnificus, illustris Fridericus dux Lotharingie, princeps noster dilectus, non dubitans sibi cedere ad gloriam et honorem, si nos et imperium congrua colens reverentia, imperiali se applicet et arctius ditioni, villam de Yve, sibi jure proprietario pertinentem, in manibus nostris sponte cessione libera assignavit, à nobis et imperio infeodari cupiens de eadem. Nos, itaque, votis suis benignius annuentes, dictam villam ipsi duci, haeredibus suis, cum banno et appenditiis suis liberaliter duximus conferendam, a nobis et imperio tenendam titulo feodali, sicut alia feoda imperialia dignoscitur obtinere; et ut placida benevolentie favor excipiat, memorato duci et haeredibus suis regia benignitate concedimus, et liberaliter indulgemus, ut in praedicta villa cudere sibi et eisdem haeredibus suis monetam liceat, et opus monetarium exercere, quem admodum alii principes, barones et nobiles illius patriae seu provinciae, habentes monetas, faciunt, et facere consueverunt. Regali sancientes edicto, ut nullus eundem ducem in moneta hujusmodi et gratiis sibi factis per nos, gravare praesumat, vel audeat impedire. Quod si secus attentare praesumpserit, gravem nostrae majestatis offensam se noverit incursurum. In cujus rei testimonium hanc exinde conscribi paginam, et sigillo nostro regio jussimus muniri.

Datum XII kal. novembris, anno Domini MCCXCVIII, indictione XII, regni vero nostri anno primo.

Traité historique et critique sur l'origine et la généalogie de la maison de Lorraine, etc., par BALEICOURT. Berlin, 1711, in-8° (p. LXXXXVIIJ)[1]. — Rousset, supp. 1°, 176.

[1] On trouve, dans le même ouvrage de Baleicourt, page 113, la note suivante :

« *Villam Ive.* On ne sait où est situé ce lieu d'*Ive*. Les Lorrains eux-mêmes en sont en peine dans leur Chronographie. Il y en a qui le placent près de Nancy et veulent que ce soit *Lay*, à cause que le château appartenait à la comtesse *Ève*, qui aura donné à ce lieu le nom d'*Ève*, altéré, dans la suite, et converti en celui d'*Ive*. D'autres croient que c'est *Avoist* en Vosges; il y en a qui le mettent dans le val de Saint-Amarin, assez près de la source de la Moselle, où est un village appelé *Ève*. Pour moy, je ne me rends pas à ces conjectures; il est pourtant vray que encore aujourd'hui les ducs de Lorraine reprennent des empereurs *villam Ive cùm jure fabricandi monetam*. La géographie nous rendra un jour plus sçavants. »

III.

1300. — 28 MAI.

Le seigneur et la communauté d'Yves reconnaissent devoir, pour sauvement, à Jehan de Hainaut, seigneur de Beaumont, une rente annuelle de 15 livres.

—

Sachent tout chil qui sont et qui à venir sont, qui cest escript veront ou oront, que li ville d'Yve et toute li communités doient et ont enconvent à rendre à Jehan de Hainau, seigneur de Beaumont, ainsnet fil à noble homme et poissant monsigneur le conte de Hainau et de Hollande, de Zelande et seigneur de Frize, quinze livres de blans cescun an à tousjours hiretaulement, à lui et à son hoir et à sen remanant, à payer et rendre ces quinze livres devant dittes au premier dioes après le saint Andriu le premier que nous atendons, et ensi payer d'an en an au dioes après le saint Andrieu. Et doient tel argent aporter et payer à Beaumont cescun an au signeur de Beaumont ou à celui qui seroit en sen lieu, au jour devant dit à tousjours hiretaulement. Et doient ces quinze livres devant dittes pour le raison dou sauvement. Et s'il avenoit qu'il deffallissent de leur paiement à ce dioes desseur nommet, il sont à telle amende que les autres villes qui doient le sauvement seroient, s'eles defaloient de paiement. Et à ces convens tenir et aemplir, a oblegiet et oblege Bauduins d'Yve, fieux monsigneur Simon, le communitet de le ville d'Yve toute et lui et le sien, Colars li fieux Colart Rigory, Colars li fieux Thumas Rigory, Pierars Poisse, Henris de le Kienée, Jakemes Wasit, Jehans escuiers, Alars fieux le Boin-Vallet, Jehans li fieux Alart Clabot, Jehans fieux Pierre Rosat, Colars de Fermelles, Andriu li fieux Jehan Andrieu. Tout chi cy deseure nommet sont obligiet et oblegent en otel point com Bauduins devans dis. Et ces convens chi deseure dis ont chil d'Yve chi deseure nommet recongneut par devant Gobert d'Eth, prouvost de Biaumont, qui ert ou lieu dou signeur. Et si furent comme homme de fief Jehan de Haynau, seigneur de Beaumont devant dit, Ansiaux de saint Remy, Hues de le Glisuelle, Gossuins d'Aibes, Jehennars d'Aibes. Et si fu comme maires de Beaumont Adans Atifols, et comme jurés Wery d'Aibes, Jehans de saint Omer, Gerars li Carliers, Mahicus Fronissars, Jakemes de Bray, Gerars li Robinete, Jehans Euriaux.

Ce fu fait à Beaumont, l'an del incarnation nostre Signeur mil et trois cens, le lundi procain après l'Ascencion.

Chartes de saint Lambert, aux archives de l'État, à Liége. Copie de l'époque, nº 452 de l'inventaire de M. Schoonbroodt.

IV.

1300. — 28 AOUT.

Lettres de l'évêque de Liége, donnant privilége pour forger monnaie à Yves et dans la seigneurie de Florennes.

—

Nous Hugues, par la grace de Dieu évesque de Liége, sçavoir faisons a tous que, comme très hault excellent prince nostre chier sires, messire Albert, par la grace de Dieu roy des Romains, a toujiours accroissants donné privilége à notre aymé cousin Monsieur Thibault de Lorrainne, seygneur de Rumigny et de Florinnes, de battre monnoye à Yve, dedans les terres de nostre esvechiet, nous, en wardans les proffits de nostre Esglise, nous consentons lesdits priviléges et volons et octroions que ledit nostre cousin aussi en puissent battre à Florinnes telle monnoye comme les porroient battre à Yve, ou en autre lieu en sa terre dedans les terres de nostre esvechiet, telle comme il la peut faire battre à Yve, par le vertu de ses priviléges; en telle manière que laditte monnoye que si batteroit à Yve, il doit tenir de nous et de nostre Église en accroissement du fief qu'il tient de nous. Et encor doit donner à nous et à noz successeurs, chacun an à toujiours, sur laditte monnoye, vingte cinques marcs en fin argent ou la valeur. Et ainsi étoit que laditte monnoye ouvrat, ou si laditte monnoye n'ouvrait continuellement, selon le tems que on ouvrera on doit payer les vingte cinques marcs, c'est à dire que ouvrera trois mois, on payerat la quart partie. Et ainsy de plus plus, du moins le moins. Lesquelles vingte cinques marcs doivent être payés à nous ou à noz successeurs ou à nostre épiscopal commandement, tous les ans à la Nativité de Nostre-Seigneur, en la forme et en la manière dessusdit.

A ces choses dessusdites, pour nous et noz successeurs, promettons nous tennir et le warder loiallement et en bonne foy, et à ce obligeons nous tous nos biens et tous ceulx de notre Église, en quelque lieu quils soyent. Tesmoing, nostre seel mis à ces présentes.

Donné en nostre chastel de Huy, le lundi après la feste sainct Bettremien [1], lan de grace courant par mil et trois cent.

Archives du château de Florennes. Copie d'une écriture du XVIIme siècle, et d'une orthographe évidemment rajeunie.

[1] *Barthemens, Berthiemien, Bertremeus, Burthemeu, Bertremieu, Bertermil,* etc., etc. Barthélemi. La fête saint Barthélemi se célèbre le 24 août. En l'an 1300, le lundi après le 24 août était le 28 de ce mois.

V.

1307. — 6 JUIN.

Accord intervenu entre l'évêque de Liége, Thibaut de Bar et le duc de Lorraine, par la médiation de Renaud de Bar, évêque de Metz.

—

Nos Regnals de Bair, par la graice de Deu evesques de Mes, faisons savoir à tous que, com reverans peires én Deu, Thiebaut de Bair, par la graice de Deu evesques de Lieges, nostre freires, et nobles princes nostre aimeis et fiaubles Thiebaus, dux et merchis de Lorainne, eussent descort ensamble entre aus si com de Florines et de la terre que nostre freires dessus dis tenoit en sa main et de son chasteil de Montviruel [1] qu'il li avoit abaitut, et de plusours damaiges que li dis dux disoit que nostre freires li evesques dessus dis li avoit fait en la terre de Florines et de Montviruel et des chasteleries appendans; et ausis que li dis evesques demandoit à dit duc plusours deniers et encoisons *por monneie que li dis dux avoit fait faire à Florines* ou en *la chastelerie*, et ausis de tous chaisteis et muebles et encoisons que li uns poioit demander à l'autre dou temps trespessei jusques à jour-dui, et les dites parties s'en soient estées mises sor nos, et aient aut à convent qu'il en tanroient ceu que nos en diriens, ordeneriens et rapporteriens par droit ou pour amour ou par leur grei ou par leur assentement; et nos, par le conseil de bones gens et par le grei des dites parties, en ordenons et rapportons en la forme et en la manière que ci après sensieut: Cest assavoir que li dis dux rait Florines et toute la terre maintenant quitemant, sauf ce que li dis dux la tengne dou dit evesque en fie, ansi comme on l'a tenu ansiennement. Encoir disons-nos que li dis evesque nostre freires ne soit mies nuisans, ansois il soit aidans en sa bone foi et en sa bone loiaulteit au refaire le chastel de Montviruel s'autres il n'icstoit debait ce qu'il pouroit par raison sanz tort faire, par quoi nos, evesques de Mes dessus dis, le peussiens refermer pour le dit duc ansis com nos l'avons convent au dit duc par nos lettres pendans que de ce sont faites, lesqueiles li dis dux ait. Et disons, ordenons et rapportons que li dis dux soit quites et délivrés envers le dit evesque de Lieges de toutes les demandes qu'il li poioit demander, si com de chateiz et d'encoisons *soit pour monnoies faites*, soit pour autres quereles dou temps trespessei jusques à jour-dui. Et disons, ordenons et rapportons que tuit li prisons que nostre freires evesques dessus dis tient, qui ont estei prins ou temps pessei jusques à jour-dui, pour le dit duc, soient quite et délivré, par ensi que li dis evesques nostre freires ait et prangne sauvetei soffizant des prisons qu'il tient, que de leur prinse, mals, ne damaiges ne vangne à lui ne à sa dite eveschie, ne à ceaus qui furent à aus panre

[1] Vireux-sur-Meuse.

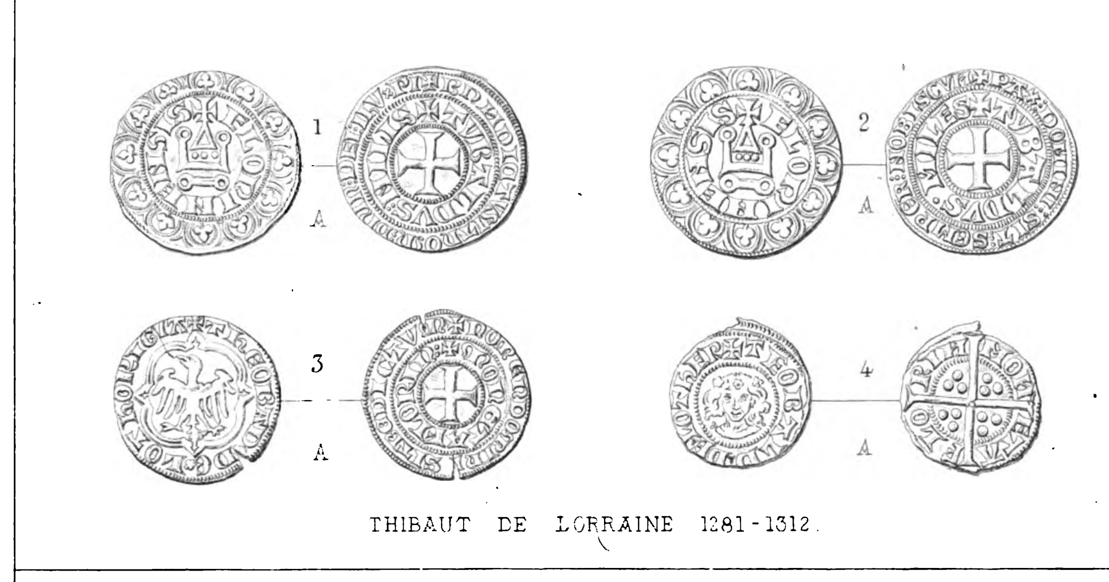
ne auz lours. Et disons, ordenons et rapportons que de tous les damaiges que li dis evesques nostre freires a fait au dit duc, en temps qu'il ont aut battens ensamble jusques à jour-dui, soit à Florines et en la terre, à Montviruel et en la terre, ou autre part où que ce soit, que li dis evesques en soit quites et délivrés envers le dit duc et tuit cil qui en ont aidiet le dit evesque encontre le dit duc. Et n'en puet ne ne doit li dis dux ne sui enfant, ne autres pour aus, jamaix riens demander au dit evesque ne à son eveschie ne à ceaus qui avec lui furent à damaige faire; et noméement li dis dux, sui enfant, ne autres pour aus, ne puent jamaix riens demander ne encoisener le signour de Halpes ne le signour de Peis ne lor aidans. Et disons, ordenons et rapportons que tuit li prison que li dis dux ou sui enfant tenoient en lor prison ou par ostaiges, qui aient esteit prins ou temps de cest descort qu'il et li evesques nostre freires ont aut ensemble, soient quite et délivré, sauf ce que li dis dux et sui enfant aient sauvetei soffizant d'aus, que de lor prinse malz ne damaiges ne vangne à dit duc à sa duchié ne à ses enfans, ne à ceaus qui furent à aus panre ne à lours. Et toutes ces ordenacions et rappors dessuz dis avons-nos fait par les greis et les assentemans de l'evesque de Liéges et dou duc dessus dis, sauf les héritaiges et les fies de l'eveschie de Lieges, li quelz ont promis à tenir et à warder li uns envers l'autre, les convenances dessus dites par lor foys donées corporelment. En tesmoignaige de ce nos avons saellei ces présentes lettres de nostre saeil avec les saeilz le dit evesque de Liéges et le dit duc. Et nos, evesques de Liéges et li dux dessus dit, recognoisons que li dis evesques de Mes ait fait par nos et par nostre consentement le rapport et l'ordinacion des chozes ensi comme elles sont desseur dites et devisées; et les prometons à tenir nos, evesques de Liéges, au dit duc, et nos, dux, au dit evesque de Liéges, par nos fois donées corporelment et suz l'obligation de tous nos biens. En tesmoignaige de vériteit, pour ce que ces chozes soient fermes et estaubles, nos avons mis nos saeils en ces presentes lettres avec le saeil l'evesque de Mes dessus dit, que furent faites le mardi devant la feste saint Barnabé l'apostre, quant li miliaires nostre signour corroit par mil trois cens et sept ans, ou moys de junet.

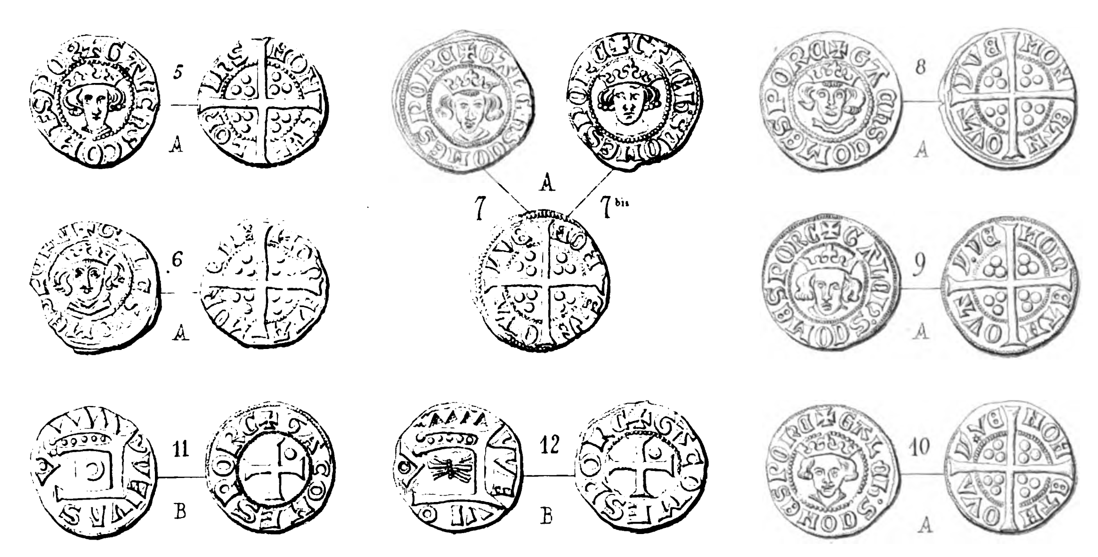
Chartes de saint Lambert, aux archives de l'État à Liége. Original muni des sceaux des évêques de Metz et de Liége; celui du duc étant enlevé. N° 481 de l'Inventaire de M. Schoonbroodt.

P. S. — Les chartes reposant aux archives de Liége ont été collationnées par M. Stanislas Bormans, archiviste-adjoint.

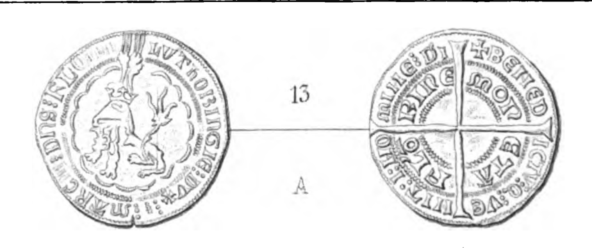
FIN.







GAUCHER DE CHATILLON 1312 - 1322



JEAN 1ER DE LORRAINE 1346 - 1390

MONNAIES DES SEIGNEURS DE FLORENNES.


1
2
3
4
5
P. Decleermaecker



6

7

8

9

10



11



12


3 2044 093 293 231

